Ultraviolette Strahlen
und ihre Eigenart.

Durch Versuche erläutert

von

Leopold J. Busse, Dipl.-Ingenieur
Hohetanne bei Hochstadt

★

2te Auflage

1926.

Ultraviolette Strahlen

und ihre Eigenart.

Durch Versuche erläutert

von

Leopold J. Busse, Dipl.-Ingenieur

Hohetanne bei Hochstadt.

---

1. Einleitung, Allgemeines . . . . . Seite 1
2. Das Spektrum der Quarzlampe . . . . . „ 2
3. Übersicht über das Gesamtgebiet der elektromagnetischen Schwingungen . . . . . „ 7
4. Gliederung der Ultravioletts trahlung . . . . . „ 10
5. Erzeugung der Ultravioletts trahlen, Geschichtliches . „ 11
6. Die Quarzlampe, allgemein . . . . . „ 14
   ihre Montierung . . . . . „ 14
   ihr Betrieb . . . . . „ 15
7. Die kleine Experimentier-Quarzlampe . . . . . „ 16
8. Versuche allgemeiner Art . . . . . „ 20
9. Biologische Versuche . . . . . „ 26
10. Versuche mit dunklem Ultraviolett . . . . . „ 32
11. Literatur . . . . . „ 36
12. Anhang: Die Heilwirkung der ultravioletten Strahlen „ 38

Alle Rechte, besonders das der Übersetzung vorbehalten.

Copyright by Sollux Verlag Hanau 1926.

Einleitung.

Läßt man einen Sonnenstrahl auf ein Glasprisma fallen, dann wird bekanntlich der weiße Lichtstrahl in die verschiedenen Farben von verschiedener Wellenlänge, aus denen er zusammen gesetzt ist, zerlegt; sie sind für unser Auge als die Farben des Regenbogens sichtbar: rot, orange, gelb, grün, blau, indigoblau, violett. Dieses Farbenbild des durch ein Prisma zerstreuten Sonnenstrahles, die sog. Lichtzerlegung, das auseinandergezogene Band, der von einander getrennten Farben oder verschiedenen Wellenlängen nennt man das „Spektrum" der Lichtquelle, in welchem jeder Farbton einer genau bestimmten Wellenlänge entspricht. Diese Wellenzüge sind begreiflicherweise außerordentlich klein, dennoch läßt sich die Länge der Lichtquellen durch unsere physikalischen Mittel mit sehr großer Genauigkeit messen. Die Wellenlängen des sichtbaren Lichtes liegen zwischen etwa 0,4 und 0,8 tausendstel Millimetern.

Wenn wir aber das Spektrum anstatt durch ein Glasprisma durch ein solches aus Bergkristall (Quarz) entwerfen und es statt auf einfacher weißer Fläche auf einer photographischen Platte auffangen, und wenn wir uns beim Glasprisma das violette Ende des farbigen Spektrums irgendwie genau gemerkt haben, so finden wir beim Entwickeln der Platte, daß bei dem Quarzprisma das Spektrum bedeutend über das letzt sichtbare dunkle Violett hinausreicht. Auf der entgegengesetzten, mit dunkelrot endenden Seite des Spektrums ist es ebenso, nur daß wir am roten Ende die darüber hinausfallende Strahlung nicht mit der photographischen Platte, die ja für rot unempfindlich ist, nachweisen können, sondern nur mit feinen Thermometern, sog. Thermoelementen. Wir stellen auf diese Weise fest, daß sowohl jenseits des Violett, wie jenseits des Rot, Strahlen vorhanden sind, die wir mit unserem Auge nicht mehr wahrnehmen können. Sie werden sinngemäß ultraviolette und ultrarote Strahlen genannt. Die ultravioletten Strahlen sind kurzwelliger als das letzt sichtbare Violett, die ultraroten sind langwelliger als das letzt sichtbare Rot.

Eine Zusammenstellung solcher Spektren der Sonne, und einiger künstlicher Lichtquellen zeigt die Abbildung 1 Seite 5. Über den Spektren ist der Wellenmaßstab nach Millionstel Millimetern „$\mu\mu$" angegeben. Links liegt das rote Ende der Spektren, rechts das violette bezw. das Ultravioletlicht.

Man sieht, daß die Spektren der Sonne (in der Ebene etwas kürzer als im Hochgebirge), des Kohlelichtbogens, und der Hanauer Solluxlampe (deren Licht durch eine weißglühende

Wolfram-Spirale erzeugt wird) sich ziemlich gleichen, indem sie übereinstimmend bei ungefähr 300 $\mu\mu$ Wellenlänge endigen. Ganz ähnlich sehen die Spektren aller anderen weißglühenden Lichtquellen aus, sie sind jedoch um so kürzer d. h. sie endigen eventl. schon bei 350 oder 400, je weniger weißglühend die Lichtquelle, etwa eine Gasflamme, ist.

Ganz abseits von allen anderen steht eine Lichtquelle deren Sonderart schon äußerlich durch den eigentümlichen blaugrünen oder gelb-weißlich-grünen Schein ihrer Strahlung auffällt, die Hanauer Quecksilberdampf-Quarzlampe.

Sie zeigt ein außergewöhnlich weit ins Ultraviolett hinein reichendes Spektrum wie Streifen 4 der Tabelle darstellt.

Diese Lampe kommt daher allein für die Erzeugung von stärkerem Ultravioletlicht in Betracht.

Das Spektrum der Quarzlampe.

Bis zur Wellenlänge 400 ist jedes Spektrum tur das Auge sichtbar. Man benötigt zur Sichtbarmachung nur ein Glasprisma. Je größer dieses ist und je sorgfältiger geschliffen, um so deutlicher sieht man die Farbenfolge. Am deutlichsten sieht man das Spektrum in einem Spektroskop, das im wesentlichen aus einem genauen Prisma und einem vergrößernden Linsensystem besteht. Bei 400 $\mu\mu$ liegt das letzte dunkelste Violett. Man sieht an den photographierten Spektren, jedoch daß die photographische Platte hier keine Grenze zieht wie unser Auge. Die Platte zeigt vielmehr für die Sonne unverminderte Helligkeit bis etwa Wellenlänge 320 oder 300, die Verdunkelung tritt in jedem Falle allmählich ein, eine genaue Grenze ist daher nie angebbar.

Über Spektralaufnahmen im Allgemeinen, wie in Abb. 1 dürften einige Erläuterungen angebracht sein, da weniger damit Vertraute sich fragen werden, was die Linien oder Helligkeitsunterschiede dieser Spektren im Einzelnen uns zu sagen haben.

Die Photographie kann leider die natürlichen Farben des Spektrums als solche nicht wiedergeben, wenn wir von der seltener ausgeübten umständlichen Farbenphotographie absehen, deren Farben im Buchdruck nur unsicher wiederzugeben wären. Wir erhalten also anstelle der Farben nur entsprechende Helligkeiten auf der Platte. Wenn wir aber während einer Reihe von Aufnahmen, wie es auch hier geschehen, nichts am Aufnahmeapparat verändern, so erscheinen bei den aufeinander folgenden, untereinander gereihten Aufnahmen die gleichen Farben und damit die gleichen Wellenlängen untereinander immer genau an derselben Stelle, weil die Winkelablenkung, die sog. Lichtbrechung der Strahlen, der Wellenlängenzahl proportional, bei unveränderter Apparat-Einstellung dieselbe bleibt. Die absolute Wellenlängenzahl ist damit zwar noch nicht festgelegt. Diese kann aber nach gewissen physikalischen Methoden, deren Erörterung hier zu weit führen würde, sehr genau bestimmt werden. Nach solchen Methoden sind auch die Linien im Quecksilberspektrum, Streifen 4, ihrer Wellenlängenzahl nach, bis auf 5 Dezimalen genau ermittelt und bekannt. Ferner bedient man sich folgenden Anhaltes.

Auch im farbigen Spektrum der Sonne erscheinen gewisse, sehr feine, schwarze Linien, nach ihrem Entdecker Kirchhoffsche Linien genannt, in dem Druckbild nicht wiedergebbar, deren Wellenlängen besonders genau bekannt sind, die wieder zur Kontrolle der Quecksilberlinien dienen können. Nach solchen festliegenden Zahlenpunkten ist der Maßstab oben in dem Bilde festgelegt und durch Handzeichnung ergänzt worden.

Wenn wir nun das Spektrum der Quarzlampe, das in Vorliegendem die Hauptrolle spielt, im Einzelnen durchgehen, so zeigt sich folgendes.

Die erste helle Linie des Quarzlampenspektrums, Streifen 4, liegt, wie man verfolgen kann, bei etwa 580; genauer ist dies eine sehr feine Doppellinie mit 579 und 576,9 Wellenlänge. Man weiß, oder kann sich durch irgend einen Spektralapparat leicht davon überzeugen, daß einer Wellenlänge 579 ein gewisser hellorange Farbton zukommt. Daher ist diese erste Linie auch im Quarzlampenspektrum von eben dieser Farbe. In jedem, selbst kleineren Spektroskop kann man sie außerdem ohne Weiteres gelb-orange-farben erkennen.

Die zweite helle Linie liegt, wie man sieht, dem Maßstab nach, bei ca. 550, genauer bei 546,1. Sie ist, wie in derselben Art nachweisbar, von grasgrüner Farbe. Die schwache Linie, bei 491,6 ist blau. Das breitere Linienbündel, mit vielen Einzellinien zwischen 435 und 432, ist hell violett. Das folgende Bündel nahe der Sichtbarkeitsgrenze bei 408—404 entspricht dem letzten, ganz dunklen Violett des Sonnenspektrums. Bei 400 endet bei allen Spektren, soviel auch die Photographie ohne Unterbrechung darüber hinaus zeichnet, die Sichtbarkeit. Hierdurch offenbart sich am deutlichsten die physiologische Grenze unseres Sehvermögens. Was die Photographie in der Wiedergabe der natürlichen Farben unserem Auge gegenüber vermissen läßt, das ersetzt sie überreichlich durch ihre sehr viel weiter gehende Empfindlichkeit für kürzere Wellenlängen, für solche die unserem Auge schon vollkommen dunkel erscheinen. Das Auge vermag Strahlungen unter 400 $\mu\mu$ einfach nicht mehr zur Empfindung zu bringen.

Hierbei sei noch auf die Begriffsunterschiede „Kontinuierliches Spektrum“ und „Linienspektrum“ hingewiesen. Das Sonnenspektrum nennt man kontinuierlich, weil dessen Farben ohne Unterbrechung von einem Ton in den daneben liegenden übergehen. Man findet, abgesehen von den erwähnten fast unsichtbaren feinen Kirchhoffschen Linien keine dunklen Stellen darin. Bei

dem Quarzlampenspektrum, oder allgemein bei allen Spektren glühender Dämpfe oder Gase fehlt dieser allmähliche Übergang der Farben, sie sind „diskontinuierlich." Ihre Lichtenergie verteilt sich nicht gleichmäßig über die ganze Länge des Spektrums, sondern konzentriert sich in einzelnen Linien oder Farben, während die benachbarten oder überhaupt dazwischen liegenden Farben oder Wellenlängen vollständig fehlen.

Physikalisch begründet wird dies, kurz gesagt, dadurch, daß die Atome glühender Gase frei schwingen, also in ihren charakteristischen Schwingungszahlen (oder Wellenlängen) nicht gehemmt sind, wie dies bei festen Körpern der Fall ist.*) Diese müssen daher immer einem mittleren Durchschnitt der Atom-Wellenlängen folgen, was zu einem kontinuierlichen Spektrum führt. Bei dem Kohlebogenlicht, Streifen 2, das größtenteils von der Strahlung des Kraters der positiven Kohle herrührt, zum kleineren Teil von dem Kohlenlichtbogen, also Kohlendampf, sieht man innerhalb des kontinuierlichen Spektrums gewisse Stellen, die den eigentlichen Linien des Kohlendampfes zugehören, durch sog. helle Banden hervorgehoben.

Ebenso wie das Spektrum der Sonne, erscheint auch das der weißglühenden Wolframspirale in der Solluxlampe, die schon anfangs kurz erwähnt wurde, kontinuierlich. Für den genaueren kritischen Vergleich der verschiedenen dargestellten Spektren wäre noch auf das unter der Spektrentafel sowie Seite 6 im besonderen ausgeführte hinzuweisen.

Das entgegengesetzte Ende des Spektrums, die langwellige rote und ultrarote Strahlung führt Wärme. Hält man ein feines Thermometer, am besten eine Thermosäule in diesen Spektralbereich, so zeigt es Wärme an, wie oben schon angedeutet. Mit einem besonderen strichförmig ausgebildeten Wärmemesser kann man auch im Ultrarot warme und kalte Stellen, gewissen Sprektrallinien entsprechend, nachweisen, ganz wie bei den hellen und dunklen Linien im sichtbaren oder Ultraviolett-Gebiet des Spektrums. Man nennt die ultravioletten Strahlen daher auch im Gegensatz zu den Wärmestrahlen „kalte" Strahlen. Sie zeichnen sich aus durch ihre hervorragend chemisch aktinische Wirkung.

---

*) Auf die physikalisch richtigere Bohr'sche Spektren-Theorie können wir hier nicht eingehen, da die Schrift ja für Laien bestimmt ist.

Vergleichende Spektralaufnahmen der Quarzlampen-Gesellschaft m. b. H. Hanau

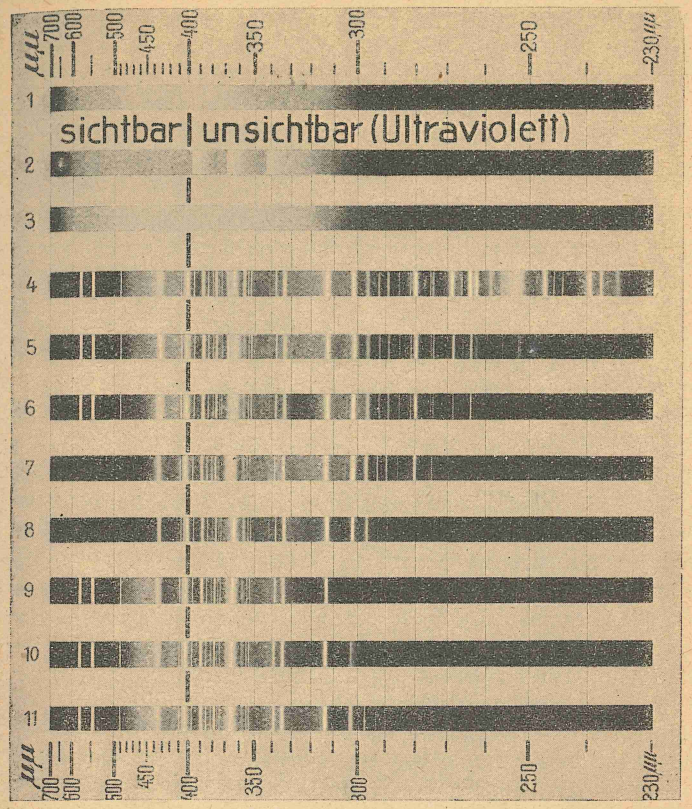

Abb. 1

Nr. 1. Sonne (in der Ebene)
Nr. 2. Kohlenbogenlampe
Nr. 3. Hanauer Solluxlampe (Hyperämietherapie)
Nr. 4. Hanauer Quarzlampe „Künstliche Höhensonne"
Nr. 5. Hanauer Quarzlampe durch 1,3 mm Klar-Uviolglas
Nr. 6. Hanauer Quarzlampe durch 2,6 mm (doppelt) Klar-Uviolglas
Nr. 7. Hanauer Quarzlampe durch 1,3 mm Uviolglas-Blaufilter „Normal"
Nr. 8. Hanauer Quarzlampe durch 2,6 mm (doppelt) Uviolglas-Blaufilter
Nr. 9. Hanauer Quarzlampe durch sehr dünnes Fensterglas (1 mm)
Nr. 10. Hanauer Quarzlampe durch Celluloidschirm 0,25 mm
Nr. 11. Hanauer Quarzlampe durch Glimmerschirm 0,05 mm

Eine Welle, die genau 300 000 km Länge hätte, würde die ganze Strecke der Fortpflanzung pro Sek. d. i. 300000 km einnehmen, man hätte also genau eine Welle oder Schwingung pro Sekunde; man muß sich nämlich die Wellen stets ununterbrochen ins Unendliche fortlaufend vorstellen. Bei 50 Wellen in der Sekunde, d. h. 50 Wellen auf 300000 km Fortschreitung, würde eine Welle 6000 km lang werden. Dies ist bei dem normalen 50 periodigen Wechselstrom der Elektrizitätswerke der Fall. Bei höherer Perioden- oder Schwingungszahl ergeben sich stetig kleinere Wellen; so entstehen bei 100 000 Perioden und mehr pro Sekunde, die in der Radiotelegraphie benutzten kleineren Wellenlängen von 3 km bis abwärts zu einigen hundert Metern. Daran schließen sich bei immer größerer Periodenzahl pro Sekunde die sog. Hertz'schen Wellen, die bis zu wenigen Millimetern Länge erzeugt wurden. An diese schließt sich als allmählicher Übergang zu den langwelligsten Wärmestrahlen ein bisher unerforschter Bezirk an, unerforscht nur darum, weil der Physik für diesen Zwischenbezirk alle Mittel fehlen, die Strahlen oder Wellen nachzuweisen oder zu messen. Bei den darauf folgenden Wärmewellen muß man schon das Tausendstel Millimeter, 1 μ, als Einheit wählen, oder besser gleich das Millionstel Millimeter, 1 $\mu\mu$, das gebräuchlicher ist um bei den kleineren Bruchteilen des Millimeters nicht zu viel Nullen mitführen zu müssen.

Es folgen kurz vor den Wärmestrahlen noch die sog. Reststrahlen von 300000 bis 100000 $\mu\mu$ Länge, sodann weiter abwärts die Wärmestrahlen bis 800 oder 750 $\mu\mu$ hin, von wo ab unser Auge beginnt, die Wellen als Licht zu empfinden. Das Auge spricht jedoch, wie schon gesagt, nur an auf Wellen zwischen 750 und 400 $\mu\mu$ Länge, d. h. von dem dunkelsten Rot einerseits bis zu dem dunkelsten Violett andererseits. Unter 400 $\mu\mu$ beginnen die unsichtbaren Ultraviolettwellen, die man bei immer kürzeren Wellen mit feinsten Mitteln, z. B. Prismen aus besonderem Material, Flußspat etc. unter Ausschluß jeglicher Luftabsorbierung, also durch Arbeiten im Vakuum bis zu 100 $\mu\mu$ abwärts nachzuweisen vermochte. Auch hier schließt sich wieder ein wenig erforschtes Strahlengebiet an, weil wiederum die physikalischen Mittel zum Nachweis versagen. Ein deutlicher Nachweis noch kürzerer Wellen gelingt erst wieder bei den Röntgenstrahlen, die sich mit ihren Wellenlängen von ca. 0,02 $\mu\mu$ in der allbekannten Weise kundgeben.

Es bleibt die merkwürdige Tatsache bestehen, daß die langen eigentlichen, elektrischen Wellen, z. B. die beim Radio üblichen fast alle Medien, dicke Wände, wenig geschwächt durchdringen daß ganz lange Wärmewellen noch einige Körper, wie Hartgummi, Paraffin etc. in dünner Schicht durchdringen, daß die dann folgenden Lichtwellen, besonders das Ultraviolett von allen nicht gut durchsichtigen Mitteln völlig absorbiert werden, und daß schließlich die überaus kurzen Röntgenstrahlen wiederum weichere, undurchsichtige

Tabelle über das Gebiet der elektrischen und Licht-Wellen

Wellenlänge	Art und Verwendung der Wellen
6000 km	Gebräuchlicher Wechselstrom der städtischen Leitungen von 50 Perioden pro Sekunde. (50 × 6000 = 300000 km Wellen-Weg pro Sek.),
600 km	Wechselstrom von 500 Perioden pro Sekunde beim Flieger-Funkdienst früher verwendet. (500 × 600 = 300000 km).
20 km bis 100 m	Wellenbereich des Radiofunkwesens. Beim Übersee-Verkehr bis zu 3 km Wellenlänge entspr. 100000 Perioden pro Sek. (100000 Per × 3 km = 300000 km),
10 m bis 2 mm	Kürzeste bisher erreichte Hertz'schen Wellen von vielen Millionen Perioden pro Sekunde.
2 mm bis 0,1 mm oder 100000 $\mu\mu$	noch unerforscht, weil Anzeiger für diese Wellen fehlen.
100000–30000 $\mu\mu$	sog. Reststrahlengebiet, wenig erforscht.
30000 – 800 „	Wärmestrahlen
800 – 650 „	rotes Licht
650 – 600 „	orange „
600 – 560 „	gelb
560 – 530 „	grün
530 – 490 „	blau
490 – 450 „	indigoblau
450 – 400 „	violett — sichtbares Licht; eine genaue Abgrenzung der Farben besteht natürlich nicht, da diese allmählich ineinander übergehen.
400 – 300 „	unsichtbares langwelliges
300 – 220 „	„ mittleres
220 – 150 „	„ kurzwelliges — Ultraviolettlicht
bis 100 „	Kürzest nachgewiesenes Ultraviolett
100 – 0,07 „	wenig erforschtes Zwischengebiet, Nachweismittel fehlen.
0,07 und kürzer	Röntgen- und Radiumstrahlen.

Körper leicht durchdringen. In der Tabelle, Seite 9, ist das Gesamtgebiet der Aetherschwingungen in seiner Aufeinanderfolge und Gliederung zusammengestellt mit Bemerkungen über Art und Verwendungszweck der betreffenden Wellengebiete.

Aus dem Gesagten entnehmen wir für den hier vorliegenden Zweck nochmals:

Das Spektrum, soweit unser Auge es wahrnimmt, das sog. sichtbare Spektrum, erstreckt sich von dem dunkelsten Rot von ca. 750 Millionstel mm Wellenlänge bis ca. 400 Millionstel mm, dem dunkelsten Violett entsprechend.

Für diese Wellenlänge ist als zweckmäßige Maßeinheit 1 Millionstel Millimeter gewählt und mit den griechischen Buchstaben $\mu\mu$ bezeichnet. In manchen Schriften oder Lehrbüchern werden die Spektrallinien aber auch nach Angström-Einheiten angegeben. Es sei zum Verständnis solcher Angaben hier bemerkt, daß 10 Angström-Einheiten = 1 $\mu\mu$ sind. Die Wellenlänge 400 $\mu\mu$ entspräche also 4000 Angström-Einheiten.

* * *

Die Ultraviolettstrahlen sind nun, ebensowenig wie das sichtbare, überhaupt alles andere Licht eine homogene gleichartige Strahlung. Man pflegt daher zu unterscheiden:

1. langwelliges fürs Auge noch unschädliches Ultraviolett, das aufs sichtbare Violett unmittelbar folgt, und das man von Wellenlänge 400 bis Wellenlänge 310 rechnen kann, bis zur Durchlässigkeitsgrenze des Glases hin, vgl. die Spektrentafel Seite 5 (Streifen 9);
2. das mittlere Ultraviolett etwa von Wellenlänge 310—230 reichend, das besonders für ärztliche Zwecke in Betracht kommt;
3. das ganz kurzwellige Ultraviolett unter 230 Wellenlänge.

Die beiden letzten Bezirke, namentlich das ganz kurzwellige, sind chemisch stark wirksam und besitzen eine Reihe merkwürdiger Eigenschaften, von denen weiter unten die Rede sein wird.

Gerade so wie beim Photographieren das Violett viel stärker auf die Platte wirkt als grün oder gelb oder gar rot – man benutzt ja rotes Licht bekanntlich in der Dunkelkammer – so übertrifft das Ultraviolett an chemischer Wirksamkeit das Violett ganz bedeutend, und das kurzwellige scharfe Ultraviolett wieder das langwellige in dem gleichem Maße. Man kann sich die Wirkung etwa so vorstellen, als ob die überaus schnell sich folgenden kurzen Wellenstöße, sobald sie eine gewisse Geschwindigkeit erreicht haben, die durch die Anzahl der Wellen oder Stöße pro Sekunde gegeben ist, die Struktur sehr vieler chemischer Körper derart zu erschüttern vermögen, daß es zum Zerfall der Moleküle kommt. Dies sehen wir bereits bei den empfindlichen Silbersalzen der photographischen Platten und Papiere, deren loser chemischer Zusammenhang

schon durch die schwächeren Wirkungen des sichtbaren Lichtes, vorzüglich dessen blau-violetten Teiles gelockert, oder ganz gelöst wird. Aus dem weißen Chlor- oder Bromsilber wird bekanntlich das Silber schon im gewöhnlichen Licht auf der Platte schwarz, staubförmig ausgeschieden, evtl. mit Beihilfe eines „Entwicklers". Um das Sauerstoff-Molekül zu spalten, um Ozon zu erzeugen, dazu bedarf es schon Wellen von kürzerer Länge als 200 $\mu\mu$.

Während die ultraroten oder Wärmestrahlen infolge ihrer verhältnismäßig langen Wellen ziemlich starke Durchdringungskraft haben, durch Glas, durch trübe Luft, durch dünne Stoffe hindurch – die untergehende Sonne erscheint bekanntlich als roter Ball, weil schon Blau durch den Dunst am Horizont absorbiert wird – so wird die Durchdringungskraft des Lichtes mit kleinerer Wellenlänge immer geringer. Glas von gewöhnlicher Dicke läßt Ultraviolett nur noch in ganz geringer Menge hindurch, d. h. nur einen gewissen Teil des langwelligen ultravioletten Lichtes, bis etwa Wellenlänge 310 (Streifen 9). Von dem reichen Ultraviolett der Quarzlampe, Streifen 4, ist nur Linie 313 noch durchgedrungen. Daher ist gewöhnliches Glas in 2—3 mm Stärke auch der einfachste bequemste Augenschutz, weil Linie 313 kaum noch durchdringt. Diese Wellenlänge findet sich aber auch im zerstreuten Sonnenlicht (siehe Streifen 1) sie ist also, wie dieses, unschädlich fürs Auge. Auch die Atmosphäre absorbiert alles kurzwelligere Ultraviolett des Sonnenlichtes. Das Sonnenlicht der Ebene enthält nur einen geringen Anteil ultravioletter Strahlen wie Streifen 1 zeigt, weil diese vom Dunstkreis der Erde und vom Staub absorbiert werden. Das Sonnenlicht auf Bergeshöhen ist viel reicher an ultravioletten Strahlen, die von Professor Dorno in Davos (1800 m über dem Meeresspiegel) bis 290 $\mu\mu$ nachgewiesen wurden; ihre Wirkung macht sich jedem Bergsteiger unangenehm bemerkbar durch den sogenannten Gletscherbrand, eine Entzündung der Hautoberfläche, besonders im Gesicht und im Nacken, wie man sie sich in geringerem Maße überall bei lang ausgedehntem Aufenthalt im Sonnenbrand zuzieht.

Erzeugung der Ultraviolettstrahlen.

Ultraviolettlicht läßt sich auf verschiedene Weise erzeugen. Jedes recht weißglühende Licht ist von Ultraviolettstrahlung begleitet, doch fehlen demselben meistens die kürzeren wirkungsvollen Wellen unter 300 $\mu\mu$.

Wirklich kurzwelliges Ultraviolett erhält man in geringer Menge beim Funkenübergang eines Induktoriums und in größerer Menge durch den elektrischen Lichtbogen, den man zwischen 2 Elektroden von passendem Material entstehen lassen kann. Am bekanntesten ist wohl der Kohle-Lichtbogen der früher überall

gebräuchlichen Kohlenbogenlampen. Aber das Licht der Kohlenbogenlampe enthält auf seine Gesamtstrahlung von Wärme und Licht pro Kilowatt bezogen nur einen recht kleinen Anteil nicht besonders kurzwelligen Ultravioletts. Man benutzt auch Lichtbogen zwischen Wolframelektroden, doch ist dieses Verfahren zur Erzeugung von Ultraviolettlicht, obgleich ergiebiger als bei Kohlenlampen, ziemlich teuer und erfordert viel Aufmerksamkeit.

Die reichste Spenderin ultravioletter Strahlen und zugleich die billigste und bequemste Lichtquelle für deren Erzeugung ist die seit 1906 zuerst in Deutschland hergestellte Quecksilberdampflampe aus geschmolzenem Bergkristall (Quarz), die Hanauer Quarzlampe oder Küch-Quarzlampe genannt wird, nach dem Namen des 1915 verstorbenen Erfinders des Quarzschmelzverfahrens, Dr. Küch, des Physikers der Quarzlampen-Ges. m. b. H. und der Platinschmelze von W. C. Heraeus in Hanau. Ihre weiteste Verbreitung fand diese Quarzlampe unter der Bezeichnung „Künstliche Höhensonne", nachdem es der ärztlichen Wissenschaft gelungen war, die Wirkung der ultravioletten Strahlen auf den menschlichen Körper zu Heilzwecken mit großem Erfolge auszunutzen. Der Name „Künstliche Höhensonne" entstand aus der Erkenntnis, daß das Sonnenlicht nur auf hohen Bergen wirksame ultraviolette Strahlen von genügend kurzer Wellenlänge enthält, dieselben Strahlen, die die Quarzlampe überreichlich liefert.

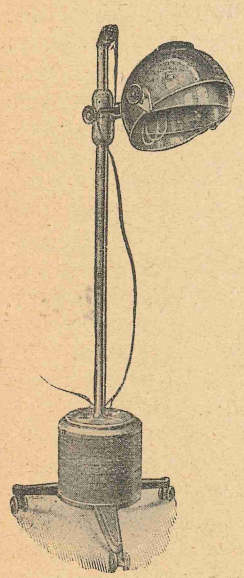

Abb. 2
„Künstliche Höhensonne"
— Original Hanau —
nach Dr. Bach
(Wechselstromlampe)

Die Quarzlampe „Künstliche Höhensonne", siehe die Abbildung 2, wird in der Ärzteschaft allgemein angewendet. Sie leistet, in ihrer Wirkung einer starken Hochgebirgs-Sonnenstrahlung gleichkommend, bei den verschiedenartigsten Krankheiten vorzügliche Dienste, wie in einer großen Reihe von Lehrbüchern und medizinischen Werken niedergelegt ist. Eine Übersicht dieser medizinischen Fachliteratur ist als Anhang, auf Seite 46 u. f. beigefügt.

Da die Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" als ein über die ganze Welt in fast 100 000 Exemplaren verbreiteter Apparat wohl die am häufigsten benutzte Quelle für Ultraviolett ist, so sei auch die Abbildung derselben in ihrer gegenwärtigen vollkommensten Bauart, Abb. 2, gebracht.

In dieser Hanauer Quarzlampe wird Quecksilber, das sich in einem luftleeren durchsichtigen Rohr aus geschmolzenem Bergkristall (Quarz) befindet, durch elektrischen Strom, indem ein Lichtbogen von Pol zu Pol gebildet wird, zum Verdampfen und zu höchster Glut gebracht, wodurch ein Licht von außerordentlicher Stärke erzeugt wird. Den Quecksilber-Quarzbrenner selbst, also die eigentliche Lichtquelle der Künstlichen Höhensonne, zeigt die Abb. 3 auf Seite 15.

An dieser Stelle sei bemerkt, daß ebenso wie die Erfindung der Quarzlampe an sich eine Errungenschaft deutscher Forschung und Technik darstellt, auch die Anwendung der von der Quarzlampe erzeugten ultravioletten Strahlen in der Medizin ausschließlich ein Erfolg der deutschen Ärzteschaft ist, dem man im Ausland anfänglich nur sehr zögernd folgte. Sämtliche im Auslande auftauchenden auch schon hier und da regelrecht fabrizierten Quarzlampen, sind, soweit sie Wert haben, eine unerhört genaue Kopie der in Hanau geschaffenen Formen, die heute in ca. 100 000 Exemplaren über alle Welt verbreitet sind. Die wissenschaftliche grundlegende Arbeit für die Entwicklung der Quarzlampe, der das Ausland nichts annähernd ähnliches zur Seite zu stellen hat, ist die Veröffentlichung von Küch und Retschinski in den Annalen der Physik 1906, Seite 563 u. f.: „Photometrische und spektralphotometrische Messungen am Quecksilberlichtbogen mit hohem Dampfdruck." Diese klassische Arbeit die zum ersten Male alle technisch wissenschaftliche Daten für den Betrieb und das Verhalten von Quarzlampen erschöpfend angab, ist bis heute noch nicht überholt; zu gern aber wird sie in ausländischen Veröffentlichungen völlig ignoriert.

Schon vor der Quarzlampe existierten Quecksilberdampflampen jedoch nur aus gewöhnlichem Glas. Der Erfinder dieser Glaslampen war der verstorbene Berliner Physiker Dr. Leo Arons, der auch als sozialdemokratischer Politiker bekannt geworden war. Bei den Quecksilberdampflampen aus gewöhnlichem Glas werden aber die ultravioletten Strahlen von der Glasumhüllung zum größten Teil absorbiert, ihr Spektrum stellt sich daher genau so dar, wie Streifen 9 der Abbildung 1. Glas ebenso wie jede andere Materie, z. B. Papier, Glimmer, Zelluloid etc., vgl. Streifen 8 bis 10, ist für das wirksame kurzwelligere Ultraviolett, undurchlässig. Der natürliche Bergkristall sowohl, wie der daraus hergestellte geschmolzene Quarz läßt dagegen die ultravioletten Strahlen vollständig durch. Bei einer Probe auf Zelloidinpapier, dem bekannten photographischen Kopierpapier, das jeder Amateurphotograph kennt, ist kein Unterschied zu bemerken, ob das Licht der Quarzlampe das Papier direkt trifft, oder ob das Papier selbst mit 50 mm dickem, allerdings glasklarem Quarz bedeckt wird. Dagegen ist ein großer Unterschied zu sehen wenn man das Papier mit gewöhnlichem Glas von 2 mm, selbst noch geringerer Dicke, bedeckt.

Geschmolzener Bergkristall hat aber auch noch eine andere wertvolle Eigenschaft: die außerordentliche Schwer-Schmelzbarkeit. Er behält seine Festigkeit noch bei einer Temperatur, bei der

gewöhnliches Glas nicht nur erweicht, sondern schon flüssig wird. Außerordentlich hohe Temperaturen, wie sie nur durch das sogenannte Knallgasgebläse erzeugt werden können, sind daher nötig, um Quarz zum Schmelzen zu bringen oder es im erweichten Zustand zu bearbeiten. Zu dieser Schwerschmelzbarkeit des Quarzes gesellt sich noch die weitere interessante Eigenschaft, daß sich Quarz in der Hitze, wie sie etwa durch eine Gasflamme, selbst durch ein Bunsengebläse erzeugt wird, außerordentlich wenig ausdehnt. Der Grad der Ausdehnung, den er durch Erwärmung erfährt, der sogenannte Ausdehnungskoeffizient ist also außerordentlich gering, nahezu Null. Dies hat die wertvolle praktische Folge, daß man Quarz momentan in die heißeste Flamme bringen und ebenso glühenden Quarz momentan durch kaltes Wasser abschrecken kann, ohne daß ein Sprung entsteht wie bei Glas.

Die Hanauer Quarzlampe.

Zu einer Quarzlampe gehören im allgemeinen

1. die eigentliche Lichtquelle, der Quarzbrenner;
2. eine Aufhänge- und Kippvorrichtung;
3. ein Vorschaltwiderstand.

In der hier zu besprechenden kleinen Experimentierlampe s. S. 16 sind Widerstand und Aufhängevorrichtung mit einander vereinigt.

Der Quarzbrenner, s. Abb. 3, besteht aus den zwei quecksilbergefüllten Polgefäßen, die durch das gut luftleer gemachte (evakuierte) Leuchtrohr verbunden sind. In die Polgefäße sind die Poleinführungen eingeschliffen, nicht eingeschmolzen, weil es wegen der hohen Schmelztemperatur und zugleich der minimalen Ausdehnungszahl kein praktisch geeignetes in Quarz einschmelzbares Metall gibt.

Eingeschmolzene Poldichtungen z. B. aus Platin, selbst wenn dies die Einschmelztemperatur aushalten würde, was durchaus nicht der Fall, würden nachher schon bei verhältnismäßig geringer Erwärmung infolge der Ausdehnung des Platins gesprengt werden. Nur eine gewisse Nickellegierung stimmt in der äußerst geringen Ausdehnungszahl bis zu etwa 300° hin, also soweit praktisch nötig, mit Quarz überein, sodaß die Polstifte von diesem Material standhalten. Natürlich können Nickel-Polstifte in Quarz nicht eingeschmolzen werden, sie können nur konisch eingeschliffen werden. Da Schliffstellen aber nicht vakuumdicht sind, so müssen sie stets mit etwas Quecksilber überdeckt sein, das in den Kapillar-Zwischenraum der Schliffstelle nicht wie Luft einzudringen vermag, und da dieses Bedeckungsquecksilber niemals abfließen darf, so ist an dem Quarzbrenner der zweite obere Einschliff angebracht, der außer der Herstellung der elektrischen Verbindung dem Zweck dient, das Dichtquecksilber fest einzuschließen.

Die Abbildung 3 zeigt den Normal Quarzbrenner der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne". Die eigentümliche Form der Polgefäße beim Ansatz ans Leuchtrohr, ein Resultat langjähriger Versuchsarbeiten, ist durch die verschiedene Wärmeerzeugung vom Plus- und Minuspol bedingt. Durch die verschiedene Form und Kühlung der Pole wird dem Wärmeunterschied Rechnung getragen. Aus diesem Grunde darf auch der Brenner niemals mit unrichtiger Polung brennen, sonst würde sich das Minuspolgefäß, allmählich fortschreitend in ca. 10 bis 15 Minuten entleeren, indem dessen überhitztes Quecksilber nach dem etwas kälteren Gegenpol hinüberdestilliert. Ein falsch gepolter Brenner wäre also in dieser Zeit bei genügender Aufmerksamkeit noch zu

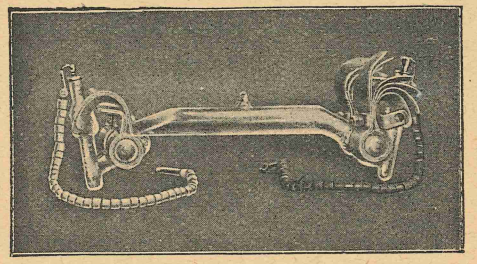

Abb. 3. Brenner der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" Gleichstrom).

retten. Sonst gelangt der Lichtbogen aber bis an den Minuspolstift hin und zersprengt dort die Poleinführung. Auch schon ein kurzer Angriff des Lichtbogens am Polstift macht aus der Nickellegierung Gase frei, die das Vakuum des Brenners zerstören, infolgedessen er dann nicht mehr zündet. Man muß aus demselben Grunde sich auch hüten, den Brenner beim Zünden etwa weiter über zu neigen, als dies durch die Anschläge der Brennertragvorrichtung begrenzt ist. Sonst könnte der eingeführte Stift des angehobenen Poles aus dem Quecksilber austauchen, wie man leicht beobachtet, wenn man den Brenner versuchsweise ohne den Strom einzuschalten etwa durch Überneigen des ganzen Gestells zu weit umlegt.

Beim Zünden des Brenners entsteht im ersten Moment, wenn der überlaufende Quecksilberfaden die beiden Polgefäße verbindet, ein Quecksilberkurzschluß im Brenner. Um diesen aufzufangen, ist ein passend bemessener Widerstand vorgeschaltet, der auch nachher erforderlich ist, um den brennenden Lichtbogen stabil zu erhalten, und Lichtschwankungen oder gar Erlöschen infolge von Ungleichheiten in der Anschlußspannung, die immer einmal zu erwarten sind, auszuschließen.

Die Experimentier-Quarzlampe.

Die Abb. 4 stellt eine speziell für Schul- und Experimentierzwecke hergestellte kleine uneingebaute Experimentier-Quarzlampe dar, die nur für Gleichstrom lieferbar ist. Lampen für ärztl. oder techn. Zwecke sind bedeutend größer und in ein Gehäuse eingebaut, das als Lichtschutz und zugleich als Reflektor dient, wie Abb. 2 Seite 12 zeigt.

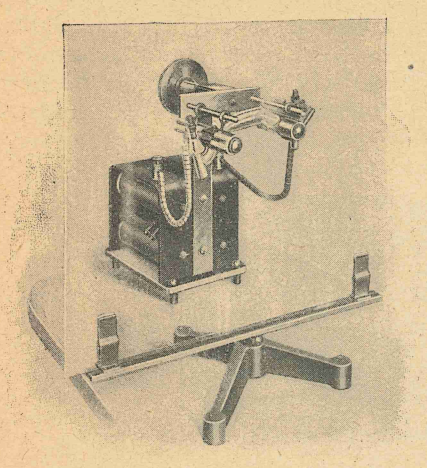

Abb. 4
Kleine Experimentier-Quarzlampe
– Original Hanau –
für 110 oder 220 Volt Gleichstrom,
mit vorgestellter Glas-Schutzplatte.
(Für Wechselstrom nicht lieferbar)

Wir sehen in Abb. 4 deutlich den Quarzbrenner, der auf zwei Tragstifte aufgeschoben, von der Kippschiene getragen wird. Wir sehen hinten das Handrad, mit welchem die Kippbewegung vollzogen wird, wir sehen die Stromzuführungen v. Brenner zum Widerstand mit roter, im Bild dunkelerer Perlschnur für den Minuspol. Wir sehen unten die eingebauten Widerstandswalzen. Hinter dem Sockel finden sich die Anschlußklemmen f. die Stromzuleitung.

Anschluß. Der Experimentier-Brenner ist eigentl. für 110 Volt Netzanschluß m. dem hierfür passenden Vorschaltwiderstand bestimmt. Am Widerstand ist jedoch ein zweiter Anschluß für 220 Volt Netzspannung vorgesehen. Zwischen dieser zweiten Klemme und der ersten für 110 Volt liegt ein weiterer Zusatzwiderstand, um die überzähligen 110 Volt, im Falle nur 220 Volt zur Verfügung stehen, zu vernichten. Für die Zuleitungen zum Brenner genügen dünne isolierte Kupferdrähte von ca. 1 mm Querschnitt. Nachzusehen wäre, ob der Zuleitung nicht etwa eine zu kleine Abschmelzsicherung vorgeschaltet ist, wie bei Zimmerbeleuchtungen, die kaum 1 Amp. verzehren, gebräuchlich. Wenn vorhandene Wandsteckdosen benutzt werden, so findet man darin gewöhnlich nur Sicherungen von 4 Amp. eingesetzt, während der Quarzbrenner angesichts seines anfangs dreifachen Stromes, das sind 7,5 Amp. gegenüber 2,5 Amp. in eingebranntem Zustand eigentlich 10 Amp. Sicherungen erfordert. Meist genügt aber eine 6 Amp. Sicherung, weil diese kurze Zeit auch 7–8 Amp. verträgt.

Das allerwichtigste ist die richtige Polung.

Richtige Polung. Trotz aller noch so genauen Anweisungen zur Polung des Brenneranschlusses zeigt sich in der Praxis — immer in Bezug auf die sogenannte Quarzlampe „Künstliche Höhensonne",

für die über 95% aller überhaupt hergestellten Quarzbrenner Verwendung finden — daß der zehnte Teil aller Brenner, die überhaupt reparaturbedürftig zur Fabrik zurückkommen, durch Falschpolung zerstört wurde. Man nimmt zu gern unzutreffend an, daß eine einmalige erste richtige Polung der Lampe für alle Zeiten genügt, vergißt dabei aber, daß bei jeder Änderung oder Ausbesserung an den Verbindungen eine neue Falschpolungsgefahr vorliegt. Man sollte daher die so sehr einfache und durchaus verläßliche Polbeobachtung direkt am Lichtbogen selbst, sofort nach Zünden des Brenners sich recht gut einüben und niemals versäumen. Man beobachtet leicht folgendes:

So lange der Brenner noch kalt ist, d. h. also stets zu Anfang der Versuche, bemerkt man bei richtiger Polung ein unverkennbares Kochen und Aussprühen von Quecksilber am negativen (rechtsliegenden) Pole, der als solcher durch rote Perlen an dem Polzuführungskabel gekennzeichnet ist. Sobald der Brenner warm geworden ist, also anstelle des Vakuums schon einen gewissen Quecksilberdampfdruck enthält, ist das Quecksilberaussprühen des negativen Poles weniger auffallend, und bleibt bei noch heißerem Brenner schließlich ganz aus. Daher kann diese Polbeobachtung nur gleich beim allerersten Zünden erfolgen. Um sich nicht zu täuschen kann man getrost auch einmal falschpolen und den Brenner in aller Ruhe 1–2 Minuten falschgepolt beobachten. Wenn er bis dahin noch nicht warm geworden, erkennt man nachher beim Wieder-Richtig-Polen den Unterschied um so deutlicher. Sonst muß man, wie allgemein üblich, mit weißem Polreagenzpapier die Polung feststellen, indem man mit zwei Drähten von beiden Brennerklemmen her den Strom im Abstand von ca. 2 cm auf ein auf isolierter Unterlage, z. B. Holz liegendes, angefeuchtetes Stück des Polpapieres leitet. Der Minusdraht erzeugt auf dem Papier einen roten Fleck. Das Papier ist nämlich mit einem leicht zersetzbaren Salz, z. B. Jodkali getränkt, aus dem der negative Pol das Alkali frei macht. Gleichzeitig enthält das Papier einen Indikator für Alkali, Phenolphtalein, das freies Alkali durch Rotfärbung anzeigt. (Auch violettes oder rotes Polpapier — mit Lakmus als Indikator — findet man mitunter im Gebrauch. Auf solchem Papier würde der negative Pol, der Alkali freimacht, einen tiefblauen Fleck zeichnen.)

Wenn ein Drehspul-Gleichstromvoltmeter zur Verfügung steht – bis 220 Volt zeigend – äußerlich kenntlich daran, daß Plus- und Minuspol an dem Instrument als solche bezeichnet sind, so erfolgt nächst der direkten Beobachtung am Brenner, die das allersicherste und bequemste ist, hiermit die Polprüfung am einfachsten. Das Instrument wird richtig ausschlagen, wenn es richtig angehalten wird, d. h. sein Minuspol an die Minus-Brennerklemme. Schlägt ein richtig angehaltenes Instrument falsch aus, so hat der Brenner-Anschluß falsche Polung.

Wenn man garnichts für die Polprüfung zur Hand hat, so läßt sich auch mit einem Glas Wasser die Polung erkennen. Hält man zwei Drähte, die von den Brennerklemmen herkommen, mit etwas Abstand ins Wasser, so ist der Pol, an dem die stärkere Gasentwicklung auftritt, Minus; an ihm entsteht bei der Wasserzersetzung der (reduzierende) Wasserstoff, das Drahtende bleibt blank, während am Pluspol, der in halb so großer Menge (wegen der Formel H_2O) erzeugte (oxydierende) Sauerstoff auftritt und das Ende des Kupferdrahtes oxydiert. Erstens entsteht der chemischen Formel nach weniger Sauerstoff als Wasserstoff, und außerdem treten nach kurzer Zeit grüne Flocken von Kupferhydroxyd, $Cu(OH)_2$ an dem Pluspol auf, weil das Kupferende sich energisch mit dem Sauerstoff im Entstehungszustande verbindet, ihn nur teilweise zur Ausscheidung kommen läßt.

Wechselstrom. Der nur zweipolige Gleichstrom-Brenner ist für Wechselstrom nicht zu verwenden. Für Wechselstrom ist ein dreipoliger Brenner erforderlich und ein eigenartig gebauter Spezial-Transformator, der bisher in einem kleineren Modell als für die künstliche Höhensonne noch nicht ausgeführt wurde. Er würde in kleiner Experimentierlampe ganz erheblich mehr Kosten verursachen als die Gleichstromanordnung. Ist man gezwungen, den Brenner an Wechselstrom vorzuführen, so kann als einfachstes, allerdings wenig dauerhaftes Umformungsverfahren dasjenige mit Aluminiumzellen empfohlen werden, worüber in den Schulbüchern für Elektrizitätslehre, z. B. dem Buch von Graetz nachzulesen ist.

Betrieb. Haben wir nun die Stromzuführung in die gekennzeichneten Anschlußklemmen richtig eingeführt, den Brenner mit seinen Tragösen richtig auf die Brennertragstifte aufgeschoben und die Perlschnüre des Quarzbrenners mit den danebenliegenden Anschlußklemmen verbunden, so ist der Experimentier-Apparat zündfertig. Irgend ein falsches Einsetzen oder Verbinden des Quarzbrenners ist überhaupt weitgehendst verhütet, da Brenner oder Anschlüsse dann nicht passen würden. Das Einzige, was tatsächlich nicht übersehen werden darf, ist die Nachprüfung der Polung kurz vor oder während des Zündens und ferner, daß der Anschluß für 110 oder 220 Volt Netz auch wirklich an die mit diesen Zahlen versehenen Klemmen erfolgt. Wir drehen nun das Handrad in der Richtung des Pfeiles oder einfach in derjenigen Richtung, in der man kein Hindernis fühlt, wodurch der Brenner schräg hoch bis an den vorgesehenen Anschlag gekippt wird, wo man wieder das Hindernis fühlt. Es empfiehlt sich, das Kippzünden vorher einige Male ohne Strom zu probieren. Beim Überfließen des Quecksilbers blitzt der Lichtbogen auf und in diesem Augenblick muß das Zurückkippen erfolgen — nicht übereilt, sondern in ruhiger Hin- und Herbewegung. — Beim Rückwärtskippen zieht sich der Lichtbogen an der Trennungstelle des Quecksilberfadens auseinander bis zur ganzen Länge des Leuchtrohres von Quecksilberoberfläche zu Quecksilberoberfläche zwischen den beiden Polgefäßen.

Nach dem Zünden des Brenners ist das Licht zunächst bläulich und wenig hell; der Brenner hat, bis sich Temperatur und Dampfdruck entwickelt, wenig inneren Widerstand. Ein an die Klemmen angelegtes Voltmeter zeigt anfangs nur 20 bis 30 Volt bei einem Anfangsstrom von 7—8 Amp. bei 110 Volt Anschluß oder 5 Amp. bei 220 Volt. Der größte Teil der zugeführten Stromenergie arbeitet anfangs nur auf den Vorschalt-Widerstand, da der Brennerwiderstand sehr gering ist. Erst in 10 Minuten erreicht der Brenner seinen vollen Nutzwiderstand und damit seine volle Helligkeit, wobei im Innern etwa 750 mm Quecksilberdampfdruck herrscht, also ungefähr derselbe Druck wie außen in der Atmosphäre. Der Vorschaltwiderstand absorbiert dann bei 110 Volt Netz nur noch ca. 25% der zugeführten Energie. Die Spannung an den Brennerklemmen beträgt schließlich ca. 80 Volt, der Strom $2\frac{1}{2}$ Amp. Bei Anschluß an 220 Volt dauert die Einbrennzeit wegen des größeren Vorschaltwiderstandes, der beim Einbrennen dem Brenner anfangs nur 5 Amp. zukommen läßt, etwas länger, ca. 15 Minuten.

Warnung: Sobald der Brenner gezündet ist, muß unbedingt eine Glasscheibe vorgestellt werden, zur Not ein irgendwo ausgehängtes kleines Fenster, da schon durch wenige Sekunden Bestrahlung der Augen mit dem unfiltrierten Licht sehr schmerzhafte, wenn auch ungefährliche Entzündungen entstehen, die erst ca. 6 Stunden nach erfolgter Bestrahlung auftreten. Man merkt also, was das Gefährliche ist, zunächst von einer schädlichen Bestrahlung gar nichts, und läßt sich dadurch leider häufig verleiten, auch einmal ohne die Glasscheibe in den Brenner zu sehen. Im Übrigen tut jede gewöhnliche helle oder dunkle Brille oder ein Schirm aus Papier, Glimmer, Zelluloid etc. denselben Dienst. Außer der hellen Glasscheibe ist natürlich zum Hineinsehen in den Lichtbogen, zur Schonung der Augen noch ein dunkles Glas oder eine dunkle Brille vorzuhalten, wie bei jedem zu hellen Licht. Angenehm ist die sog. Neutralfarbe des Glases, ein gewisses Grau mit einem Stich ins Bläuliche, sonst nimmt man gewöhnliches, ziemlich dunkles Glas, das bei jedem Glaser erhältlich ist, oder rauchgeschwärztes Glas. Zum Vorhalten vor's Auge ist am praktischsten eine Scheibengröße von 5×13 cm, wie in der Hanauer Quarzlampen-Fabrik beim Brennerbeobachten gebräuchlich.

Wenn für die Versuche anstatt der Experiementierlampe oder der besonders dafür geeigneten Analysen-Quarzlampe (S. Abb. 6) die normale ärztliche Lampe „Künstliche Höhensonne" (vgl. Abb. 2) zur Verfügung steht, so sei bemerkt, daß auch für diese ein Dunkelfilter-Vorbau geliefert wird, Diagnose Ansatz genannt, der bei der ärztlichen Lampe zur Untersuchung von Hautkrankheiten dient, ebensogut aber für alle Fluorescenzversuche zu benutzen ist.

Versuche.

Versuch 1. Über die Schwerschmelzbarkeit des Quarzes und den Widerstand gegen schroffen Temperaturwechsel können folgende Versuche angestellt werden: Ein kleines dünnes Quarz-Röhrchen erhitzt man in der Bunsenflamme, selbst in der Gebläseflamme, es wird nicht weich. Ist es hell rotglühend, so halte man es in kaltes Wasser; es springt nicht, während ein gleiches Glasröhrchen, ebenso behandelt, in der Flamme zerschmilzt und beim Abschrecken bekanntlich zerspringt. Der Ausdehnungskoefficient von Glas ist rund 10mal so groß wie der von Quarz.

Wo Sauerstoff zur Verfügung steht und ein Sauerstoffgebläse, etwa aus einer Sauerstoffbombe mit Überdruck von ca. 1 Atm. gespeist, kann man schon mit gewöhnlichem Leuchtgas das Quarzröhrchen leicht schmelzen, mit Wasserstoff noch leichter. Auch weißglühender geschmolzener Quarz verträgt in nicht zu dicken Stücken in der Regel noch das schroffe Eintauchen in kaltes Wasser ohne Zerspringen.

Wegen der soweit auseinanderliegenden Ausdehnungszahlen von Quarz und Glas lassen sich beide nicht miteinander verschmelzen. Die Schmelzstelle, selbst wenn sie anfangs scheinbar gelingt, springt stets nach kurzer Zeit wieder. Wenn bei einem chemischen Apparat, der zum Teil aus Quarz besteht, auf Glasrohr übergegangen werden soll, so werden die Enden, Quarz und Glas mit ineinandergeschliffenen Konussen versehen.

Während man zum Einschmelzen von Polzuführungen in Glas (z. B. bei Geißler-Röhren) Platin sehr gut verwenden kann, weil es in seiner Ausdehnungszahl mit Glas recht gut übereinstimmt, so ist für Quarz ein Einschmelzmaterial kaum zu finden. Man benutzt den Ausweg, eine gewisse Nickellegierung, deren Ausdehnungszahl ebenfalls fast Null ist, als Poldichtung einzuschleifen und den Schliffkonus mit Quecksilber zu bedecken. Ohne Quecksilberbedeckung würde auch der sorgfältigste Einschliff nicht dicht halten; Quecksilber erfordert wegen seines starken Kapillar-Zusammenhanges einen weit höheren Druck als die Atmosphäre, wenn es in die mikroskopischen Unebenheiten der Schliffstelle eindringen sollte. Solche Dichtungen wie an den Höhensonnenbrennern und auch an vorliegendem Brenner angewandt (Patent), sind fachgerecht ausgeführt, tadellos für viele Jahre vakuumdicht.

Versuch 2. Beim Einbrennen des Brenners bemerkt man sofort die erste starke Wirkung der Ultraviolettstrahlen, die Ozonbildung, den kräftigen Ozongeruch.

Das zweiatomige Sauerstoffmolekül O_2 wird in seine Atome zerspalten, und diese vereinigen sich im Entstehungszustand, zwar größtenteils wieder zu O_2, doch auch teilweise zu O_3, dem Ozon, das in allergeringster Menge sich schon durch seinen scharfen Geruch erkennbar macht. Der dreiatomige aktive Sauerstoff O_3

wandelt sich bei höherer Temperatur (über 60°) wieder in den normalen Sauerstoff O_2 zurück. Daher ist das Ozon bei heißen Brennern viel weniger, aber doch immer deutlich genug merkbar. Ozon in geringer Menge soll der Gesundheit zuträglich sein, in größerer Menge eingeatmet wird es von manchen für nachteilig gehalten, doch sind die ärztlichen Feststellungen hierüber noch nicht ganz sicher. Es ist auch behauptet worden, daß durch das Ultraviolettlicht selbst oder auf dem Wege über das Ozon Verbindungen von Stickstoff und Sauerstoff entstehen, doch sind alle Nachweisungen darüber unsicher, weil die Mengen zu gering und die meisten Reagenzien dafür unzuverlässig sind. Als ältestes und einfachstes Reagens auf Ozon dient Jodkaliumstärkepapier, das durch Ozon sofort gebläut wird. Sobald in dem zu prüfenden Gas oder Gasgemisch aber noch andere oxydierende Körper vorkommen, wie es meist der Fall ist, versagt die Prüfung, denn durch Chlor, Brom, salpetrige Säure etc. wird dieselbe Bläuung hervorgerufen. Ein gewisses neueres Reagens, Tetramethylbasenpapier nach Arnold und Mentzel – Berichte der deutschen chem. Gesellschaft 1902, Band 35, Seite 1324 und chemisches Centralblatt 1902 I 1149 – soll durch Ozon jeder Herkunft violett gefärbt werden, während es durch salpetrige Säure eine strohgelbe, durch Chlor und Brom eine tiefblaue Färbung annimmt.

Versuch, bezw. Beobachtung 3, a. Das Quecksilber Dampfspektrum s. d. Abbildung 1 ist, da nur von glühendem Gas herrührend, ein sogenanntes Linienspektrum im Gegensatz zu dem kontinuierlichen Spektrum der Sonne, vgl. die Erläuterung oben. Das Quecksilberspektrum zeigt also helle Linien, die durch dunkle Zwischenräume von einander getrennt sind. Das bedeutet: Das Quarzlicht enthält nicht alle denkbaren unendlich vielen Farben, sondern nur eine beschränkte Zahl ganz bestimmter Farbtöne. So fehlt dem Quarzlichtspektrum z. B. ziemlich weitgehend das Rot. Rote Gegenstände besonders von einem ganz gewissen Farbton, wie etwa Blut, erscheinen fast vollkommen schwarz, ein Tropfen frischen Blutes sieht aus wie schwarze Tusche. Man beobachte das mißfarbige schwarzviolette Aussehen der gesunden Hautfarbe, die ja ebenfalls von der roten Farbe des Blutes herrührt.

Gewisse andere rote Farbtöne, die keineswegs fürs Auge so grundverschieden von der Blutfarbe erscheinen – besonders ein gewisser roter Farbstoff Rhodamin – behalten im Quarzlampenlicht jedoch unverändert ihre schöne rote Farbe, ja sie leuchten eigentlich noch feuriger. Es beruht das darauf, daß im Quarzlampenlicht doch gewisse rote Linien enthalten sind, z. B. bei Wellenlänge 607, 613, 623 $\mu\mu$ die, wenn auch schwach, doch in ihrer Schwingungszahl mit der des Farbstoffes Rhodamin gut übereinstimmen, daher diesen durch Resonanz zum Mitleuchten anregen. Der Farbton des Blutes entspricht aber anderen roten Wellenlängen, die im Quarzlampenspektrum vollständig fehlen; daher erscheint Blut schwarz.

3, b. Um das im Quarzlampenlicht überhaupt enthaltene Rot, an dem oft gezweifelt wird, noch auf andere Weise deutlich erkennbar zu machen, braucht man nur ein Stück rotes Glas, selbst echt rubinrotes Glas aus der Dunkelkammer vor den Brenner zu halten. Der Lichtbogen erscheint nicht ausgelöscht, sondern leuchtet deutlich rot durch. Man weiß, daß farbige Gläser lediglich als Filter zu betrachten sind, die aus dem Gesamtlicht, das auf sie fällt, eine einzige Farbe herausfiltrieren, indem sie alle übrigen Farben in sich zurückhalten, verschlucken. Unmöglich vermögen sie eine Farbe in eine andere direkt zu verwandeln, zu transformieren. Wenn man durch rotes Glas hindurchblickend allgemein an allen Gegenständen eine gewisse Änderung ihres Farb-Aussehens wahrnimmt, so rührt dies daher, daß in fast jeder Farbe ein kleiner Anteil Rot enthalten ist, der das rote Glas ungehindert passiert, während der Rest der Körperfarbe als unbestimmtes Grauschwarz daneben erscheint. So ist auch die bei der Quarzlampe durchscheinende tief rote Farbe des Lichtbogens tatsächlich in dem von ihm ausgestrahlten Licht enthalten.

3, c. Das Quarzlampenspektrum zeigt im sichtbaren Teil, wie schon durch jedes genauere Glasprisma oder besser ein Spektroskop zu beobachten, außer den oben genannten schwachen roten Linien, die in der Photographie des Spektrums (Abb. 1) natürlich ausbleiben, eine orangegelbe Doppellinie bei 579/576, wovon schon oben die Rede war, weiterhin eine grüne Linie bei 546, eine schwache blaue Linie bei 491 und eine größere Zahl violetter Linien bei 435 und 408. Wenn nun, wie oben beim Rhodamin erwähnt, die Färbung irgend eines Körpers, Stoff, Papier etc. in der Hauptschwingungszahl besonders gut mit der Schwingungszahl einer dieser Linien sich deckt, so erscheinen solche Gegenstände im Quarzlampenlicht besonders feurig leuchtend, jedenfalls schöner als im Tageslicht.

So beobachtet man an gewissen violetten Stoffen eine auffallend schöne Farbe im Quarzlicht. Ebenso schön leuchtet das Chlorophyllgrün der Pflanzen in gewissem Reifestadium. Durch die gelbe Linie (579/76) erscheinen bestimmte gelbliche Farben besonders klar. Diese Erfahrung wird z. B. bei der Prüfung des Zuckers praktisch ausgenutzt, indem in den Raffinierien die gelblichen Verunreinigungen in sonst weißem Zucker bei Quarzlicht viel besser als bei Tageslicht hervortreten.

Versuch 4. Für das Ultraviolett als solches dient als überzeugender Nachweis die spektro-photographische Aufnahme, wie schon verschiedentlich erwähnt. Im Spektographen, einer Kamera mit Spalt, Quarzprismen und Quarzlinsen wird das in seine einzelnen Wellenlängen zerlegte Licht d. h. das bandförmig in die Breite zerstreute Lichtbild des Spaltes auf einer photographischen Platte aufgefangen. Wenn man unmittelbar untereinander auf derselben Platte, ohne an der Versuchsordnung das geringste zu ändern, das Sonnen- oder zerstreute Tageslicht aufnimmt, so kann man aus

der Lage der bei diesem auftretenden, physikalisch sehr genau definierten feinen Kirchoff'schen Absorptionslinien die Wellenlängen im Quecksilberlicht, soweit das Sonnenspektrum reicht, entnehmen. Das Sonnenspektrum, Streifen 1, endet bei etwa 300 Wellenlänge während das Quecksilberspektrum, Band 4, Linien bis ca. 200, soweit die Quarzoptik des Apparates sie überhaupt aufzunehmen gestattet, zeigt.

Versuch 5. Es gibt gewisse Glassorten, z. B. das Glas der meisten gewöhnlichen Glühlampen, das im Ultraviolett, sobald dieses Wellenlängen unter 310 $\mu\mu$ enthält, lebhaft blau fluoresziert. Man kann hiermit auf einfachste Weise das Vorhandensein derart kurzwelliger Strahlung feststellen und sich dabei augenfällig überzeugen, daß diese kurzen Wellen unter 310 nur im Quarzlampenlicht vorkommen.

Man halte ein Stück solchen Glases also von einer zerbrochenen Glühlampe, in die Quarzlampenstrahlung und betrachte es möglichst gegen dunklen Hintergrund gegen die Bruchfläche gesehen; es zeigt hellblaue Fluoreszenz. Die Fluoreszenz ist in genügend dunklem Zimmer noch in 4 m und weiterem Abstand vom Brenner wahrzunehmen, ein Zeichen, daß wirksames kurzwelliges Ultraviolett soweit durchdringt. Man halte dann eine Glasscheibe, z. B. eine abgewaschene photographische Platte oder ein Stück Fensterglas in den Strahlengang und die Fluoreszenz verschwindet. Das ist ein Beweis dafür, daß die Fluoreszens von denjenigen Wellenlängen herrührt, die vom Glas absorbiert werden, oder auch ein Beweis dafür, daß gewöhnliches Glas diejenigen kürzeren Wellen absorbiert, die das Glühlampenglas zum Fluoreszieren anregen. Da nach Abb. 1 die Durchlässigkeit des Glases bis Wellenlänge 310 reicht, so müssen wir schließen, daß die Fluoreszenz von kürzeren Wellen als 300–310 erregt wird. Macht man denselben Versuch mit irgend einer anderen Lichtquelle, Sonne, Kohlenbogenlampe etc. so bleibt die Fluoreszenz aus, ein Zeichen, daß nur die Quarzlampe wirklich scharfes Ultraviolett erzeugt.

Versuch 6. Die Stärke der Ultraviolettstrahlen beurteilt man nach ihrer chemischen Wirkung. Für Messungen dieser Art sind sehr verschiedene Verfahren angegeben. Sie haben alle die Schwäche, daß sie das Ultraviolett nur summarisch messen und uns nicht sagen, ein wie großer Teil auf schwach wirkendes aber vielleicht in Masse vorhandenes langwelligeres und welcher Teil auf kurzwelligeres, in meist geringerem Maße angetroffenes Licht entfällt, oder auch ob die gemessene Wirkung nicht etwa nur von einer oder von wenigen ganz besonderen Wellenlängen herrührt. Gerade dies aber ist eine für die Praxis sehr wichtige Frage, die also durch solche Meßverfahren nur unvollkommen beantwortet wird.

Man schätzt das Ultraviolett am einfachsten ab nach der Schwärzung eines Streifens photographischen Celloidinpapieres, die im Quarzlicht außerordentlich schnell erfolgt. Man kann den Anteil

an kurzwelligerem Licht d. h. Ultraviolett unter 310 bis 300 dadurch etwas genauer ermitteln, daß man das Papier zur Hälfte mit dünnem Glas bedeckt. Ein geringer Teil des auffallenden Lichtes wird zwar von der Glasoberfläche zurückgespiegelt, ein anderer Teil aber durch die Glasplatte verschluckt. Der Unterschied der Schwärzung mit und ohne Glas gibt also ein ungefähres Maß ab für das reaktionskräftige Ultraviolett unter 300 $\mu\mu$.

Versuch 7. Eine rein chemische Probe ist die von Bering und Meyer*) vorgeschlagene. Sie beruht auf der Zersetzung einer mit Schwefelsäure angesäuerten Jodkali-Lösung, die also freie Jodwasserstoffsäure enthält. Jodwasserstoff in wässriger saurer Lösung wird aber durch Licht, besonders durch Strahlung unter 300 Wellenlänge ziemlich leicht in Wasserstoff und Jod zersetzt. Das in der überschüssigen Jodkalilösung sich mit gelber Farbe lösende ausgeschiedene Jod wird dann mit Natriumthiosulfat titriert. Für diese Probe haben genannte Forscher gewisse Einheitslösungen und eine damit zusammenhängende Ultravioletteinheit aufgestellt. Die Probe, obgleich sie heute noch als das verläßlichste wissenschaftliche Meßverfahren gilt, ist eigentlich praktisch nicht von erheblich größerer Genauigkeit als die einfache Celloidinpapierprobe. Es gibt noch mehrere andere chemische Reaktionen, die im Licht schnell genug verlaufen, um Ultraviolettprüfungen darauf gründen zu können, doch bietet bisher keine einen besonderen Vorteil vor der Jodkali- oder der Celloidinpapierprobe.

Versuch 8. Als weiterer die Chemie streifender Versuch kann die Zersetzung der Schweißausscheidung z. B. auf der Hand beobachtet werden. Hält man besonders die Innen-Handoberfläche kurze Zeit in die nicht durch Glas filtrierte Strahlung der Lampe, so bemerkt man auf ihr einen üblen brenzlichen Geruch von organischen Zersetzungsprodukten. Im Ultravioletlicht von längeren Wellen als 300 (Glasscheibe vorgehalten) ist solcher Geruch nicht wahrzunehmen.

Versuch 9. Der wichtigste und wertvollste Versuch, der den Ausgangspunkt für die ärztliche Verwertung der Lampe bildete, ist wohl die Erythembildung**) auf der Haut. Zum Versuch nimmt man am besten die innere Seite des Armes, da diese eine zartere empfindlichere Hautfläche hat als z. B. die Oberfläche der Hand, die gegen kurzwelliges Licht infolge Gewöhnung durch die dauernde Einwirkung des schwach ultravioletführenden Tageslichtes recht unempfindlich ist. Man legt also auf die Haut des Armes eine Papier-, Staniol- oder Blechschablone z. B. eine Postkarte, aus der ein 2 bis 3 cm großes Kreuz ausgeschnitten wurde, oder ein Stückchen Spitze oder durchbrochenen Stoff, befestigt sie mit etwas Klebstoff oder Bindfaden und belichtet dann in ca. 30 cm Abstand vom Leuchtrohr etwa 1–2 Minuten lang, bei der

*) Methoden zur Messung der Wirksamkeit violetter und ultravioletter Strahlenquellen. Strahlentherapie 1912, Heft 1 und 2 (als Nachdruck erhältlich beim Sollux Verlag Hanau).

**) Erythem nennt man die stärkere von hell bis dunkelrot spielende oberflächliche Hautentzündung die erst 6–12 Stunden nach einer Bestrahlung eintritt, ganz analog dem bekannten Sonnenbrand.

kleinen Experimentierlampe wohl auch 3–5 Minuten. Die weitere Umgebung der Schablone deckt man gut mit dichtem Stoff oder Papier ab, damit nicht benachbarte Stellen unbemerkt vom Licht getroffen werden. Auf alle Fälle müssen immer die Augen gut geschützt werden, auch gegen die Reflektion weißer Stoffe, wenn solche Versuche länger als 5 Minuten dauern. Man bemerkt auf dem Arm zunächst gar nichts. Erst nach 6 bis 12 Stunden stellt sich leichte Rötung ein, die, wenn die Belichtungszeit gut getroffen wurde, was auch von dem Individuum abhängt, da Blonde oder Brünette anders reagieren, nach 24 Stunden die schöne rote Erythemfärbung annimmt. Bei zu langer Belichtung zeigt sich geringe Bläschenbildung, ganz wie bei dem schon erwähnten Gletscherbrand der Hochtouristen. Man darf daher die Belichtungszeit nicht übertreiben. Fällt die Lichtbogenstrahlung direkt ins Auge, so bewirken schon zwei Sekunden eine spätere sehr schmerzhafte Augenentzündung; daher stets Glas vorhalten oder Brille aufsetzen!

Versuch 10. Manche Stoffe reflektieren Ultravioletlicht völlig anders als sichtbares Licht. Am ausgeprägtesten ersieht man dies bei den fürs Auge kaum zu unterscheidenden zwei weißen Farben, Bleiweiß und Zinkweiß. Von Bleiweiß wird Ultraviolett wie Tageslicht gut hell reflektiert, von Zinkweiß dagegen fast vollkommen absorbiert, als wäre es optisch schwarz. Photographiert man also zwei nebeneinander stehende Flächen oder Figuren, deren eine mit Bleiweiß, deren andere mit Zinkweiß angestrichen wurde und benutzt man nicht ein gewöhnliches Glasobjektiv, das ja für Ultraviolett so gut wie undurchlässig ist, sondern eine Quarzlinse oder ein Lochobjektiv (üblicherweise eine Staniolplatte mit $^1/_2$ bis 1 mm durchbohrtem Loch), so erscheint im fertigen Papierbild die Bleiweißfigur weiß, die Zinkweißfigur schwarz oder dunkelgrau. Das in der Strahlung des Quarzbrenners mitwirkende sichtbare Licht, das auf der photographischen Platte gegenüber der Wirkung des Ultraviolett fast ganz zurück tritt, macht dennoch aus dem Schwarz (bei Zinkweiß) ein Dunkelgrau.

Interessant sind auch Aufnahmen von Blumenzusammenstellungen im Ultravioletlicht mit Hilfe einer Lochkammer, wobei ganz unerwartete Farbwerte sichtbar werden.

Bei photographischen Aufnahmen mit Ultraviolett ist noch zu beachten, wenn man durch Quarzlinsen scharfe Bilder erzielen will, daß man wegen der stärkeren Brechbarkeit des Ultraviolett, wegen welcher dessen Bildschärfe näher an der Linse liegt, nach dem scharfen Einstellen der Mattscheibe, Linse und Platte noch ca. 5 bis 10 mm je nach Brennweite des Objektives einander nähern muß. Beim Lochobjektiv gibt es keine bestimmten Brennpunktswerte und keine Scharf-Einstellung, der Natur der Sache entsprechend, man bekommt also in jeder Stellung nicht absolut scharfe Bilder und benötigt natürlich 50 bis 1000 fache Expositionszeit, der kleinen Öffnung wegen.

Versuch 11. Durch Aufnahme mit Quarzlicht läßt sich auch rückwärts die stärkere Brechbarkeit des Ultraviolett demonstrieren. Wenn man Gegenstände im Ultraviolettlicht in üblicher Weise photographiert, nachdem man vorher auf der Mattscheibe, also auf Grundlage des sichtbaren Lichtanteils, scharf eingestellt hatte, so erscheinen sie auf der photographischen Platte nach dem Entwickeln völlig unscharf. Hat man jedoch, wie eben angegeben, durch nachträgliche Objektivverschiebung eine gute scharfe Platte erreicht und kontrolliert hinterher das Bild nochmals auf der Mattscheibe, so erscheint es dort völlig unscharf. Man erkennt also, daß die Strahlenkreuzung des sichtbaren Lichtes (wesentlich des gelben Anteiles, für den unser Auge die größte Empfindlichkeit hat), an ganz anderer Stelle liegt als der Kreuzungs- (Bild-) Punkt der Ultraviolettstrahlen. Letzterer liegt der Linse viel näher, wie theoretisch ja ohne weiteres klar.

Versuch 12 bezw. Erläuterung. Die kurze Wellenlänge des Ultraviolettlichtes ermöglicht heute mit Hilfe eines Mikroskopes mit Quarzoptik und einer entsprechenden photographischen Einrichtung das Sehen resp. die Herstellung von Bildern von mikroskopischen Details, welche uns bisher unbekannt waren. So hat Prof. Walkhof in Würzburg Bilder hergestellt von Feinschliffen der Zahnbeinschicht unterhalb des Zahnschmelzes, welche ergaben, daß sich die Nervenfaserenden bis an die Schmelzschicht ausdehnen. Dadurch wird es heute erklärlich, weshalb das gesunde Zahnbein, ein bisher als schmerzunempfindlich angesehenes Knochenmaterial, tatsächlich schmerzempfindlich ist. Die kürzeren Wellenlängen des Ultraviolett erlauben also ein Erkennen von Einzelheiten, welche der Dimension dieser Wellen nahekommen, wodurch unser Gesichtskreis ungeahnte Erweiterung erlangt.

Biologische Versuche.

Versuch 13. Manche kleine Lebewesen sind sehr empfindlich gegen Ultraviolettbestrahlung. Unter dem Mikroskop kann man z. B. sehr gut beobachten, wie Essigälchen, welche in jeder Essigfabrik eine Plage sind und gern abgegeben werden, schnell absterben, sobald dieselben vom Ultraviolettlicht, allerdings von genügend starkem Licht, getroffen werden. Für eine praktische Verwertung in Essigfabriken ist dieses Abtötungsverfahren zu teuer, weil das erzeugte Produkt, Essig, zu wohlfeil ist.

Versuch 14. Sehr interessante Versuche mit niederen Tieren bei Belichtung mit Ultraviolett hat C. v. Heß, München, in Pflügers Archiv für die gesamte Physilogie 1920, Band 185, Seite 281 bis 310: „Die Bedeutung des Ultraviolett für die Lichtreaktionen bei Gliederfüßern", beschrieben.

Es wurden Daphnien und Polyphemus - Arten in Wasserbehältern zunächst dem Sonnen- und Tageslicht, das ja stets einen gewissen Anteil Ultraviolett auch unter 310 $\mu\mu$ enthält, ausgesetzt,

darauf wurde eine Glasscheibe dazwischen geschaltet, die bekanntlich das Ultraviolett unter ca. 310 Wellenlänge absorbiert. Die, wenn auch nicht große Differenz, ist aus Abb. 1, Streifen 1 und 9, zu entnehmen. Die Wirkung auf die niederen Tiere zeigte sich auffallend. Wir geben einige Stellen aus der interessanten Arbeit hier wieder und müssen des Weiteren auf den umfangreichen Bericht selbst gemäß oben genannter Quelle verweisen. Es heißt dort z. B. auf Seite 285:

„Halte ich eine reine durchsichtige Platte gewöhnlichen Fensterglases über eine flache Porzellanschüssel mit Polyphemus, so eilen die Tiere, die bis dahin in der oben geschilderten Weise in einer bestimmten Wasserschicht hin- und hergeschwommen waren, augenblicklich gradlinig nach oben, etwas näher zur Wasseroberfläche und schwimmen dann hin- und her. Stand die Schüssel im Zimmer in der Nähe des offenen Fensters, so gehen die Tiere, die schon vor Ueberdecken der Glasplatte vorwiegend auf der dem Fenster zugekehrten Behälterseite schwammen, noch näher zum Fenster hin. Dieses Heranschwimmen zum Fenster wird noch lebhafter, wenn man zwei Glasscheiben statt einer vorschiebt. Sobald diese weggezogen werden, machen die Tiere kehrt und schwimmen rasch eine Strecke weit vom Fenster weg und nach unten. Die im gleichen Behälter befindlichen Daphnien reagieren bei diesen Versuchen ähnlich, aber meist schwächer. Dagegen ist bei folgenden Versuchen eine Wirkung des Fensterglases auf die Bewegung der Daphnien deutlicher: Ein rechteckiger flacher Behälter mit nur etwa 1 cm hohem Rande wird mit Polyphemus und Daphnien gefüllt, die Tiere stehen nahe der offenen Balkontüre. Nun wird eine große Scheibe aus Fensterglas so zwischen den Behälter und die offene Türe gehalten, daß vom Fenster her nur das durch die Glasscheibe gegangene Licht zu den Tieren gelangen kann; nach etwa fünf Minuten sind beide Krebsarten angenähert gleichmäßig im Behälter verteilt und zeigen leichte Ansammlung auf der Lichtseite. Wegziehen der Glasscheibe hat rasches Fortschwimmen und Ansammlung in der dunklen Behälterhälfte zur Folge. Wird die Glasscheibe wieder vorgehalten, so gehen die Polyphemus sofort, die Daphnien nach einigen Sekunden zum Lichte, letztere aber so viel weniger lebhaft als die Polyphemus, daß bald eine völlige Trennung zwischen den stärker zum Lichte gegangenen Polyphemus und den zum Teile – zuweilen vollständig – noch in der anderen Behälterecke gebliebenen Daphnien zustande gekommen ist. Nach Wegziehen der Glasplatte gehen wieder alle Tiere vom Lichte weg und sammeln sich in der dunkleren Hälfte."

Versuch 15. Die starke Wirkung des Ultraviolett auf niedere Lebewesen tritt bei der Sterilisierung von Wasser (und anderen Flüssigkeiten) besonders deutlich zu Tage. Zur Bestrahlung von Flüssigkeiten jeglicher Art, auch von Gasen stellt die Quarzlampen-Gesellschaft, Hanau, einen besonderen Brenner her, Type UVM der in

Abb. 5 in der Normal-Ausführung für den Laboratoriumstisch dargestellt ist. Dieser Brenner wird außer zu allgemeiner Beschleunigung von chemischen Reaktionen häufig auch zur Sterilisation von Flüssigkeiten verwendet und ist hierzu in idealer Weise geeignet, sobald nur die Flüssigkeiten völlig klar sind. Das Doppelmantelrohr ist in geringst möglichem Abstand um das Leuchtrohr herumgelegt, infolgedessen kann kein Teilchen der durchströmenden Flüssigkeit der Bestrahlung aus allernächster Nähe, äußerst 15 mm Abstand vom Lichtbogen, entgehen. Bei dieser Nähe genügen aber schon Bruchteile von Sekunden, um alle Kleinlebewesen restlos abzutöten. So konnten mittels dieses Brenners stündlich bis zu 3000 Liter künstlich stark infizierten Wassers völlig keimfrei gemacht werden. Für die Großwasserversorgung der Städte ist solches Verfahren gegenüber den bisherigen einfachen, groben Methoden die auch genügen, leider wirtschaftlich zu teuer, aber für alle feineren Zwecke für Krankenhäuser, Apotheken, für Mineralwasserfabriken etc. ist es äußerst wertvoll, da das Wasser mit keinerlei fremden Körpern und Chemikalien, selbst nicht einmal mit fremder keimführender Luft in Berührung kommt. Allerdings ist ein absolut klares Wasser d. h. also allerbeste Filtrierung Vorbedingung für gute Sterilisierung, denn in trüber Flüssigkeit, auch wenn die Trübung dem Auge noch nicht einmal auffällt, ist doch die Kraft des Ultravioletts schon in den ersten 3–5 mm Schichtdicke erloschen, also die volle Schichtdicke von 10 mm des Mantelrohres wird nicht durchdringen. Dann aber fällt die Wirkung begreiflicherweise sehr unvollkommen aus und an eine verläßliche Sterilisation, die allein Wert hätte, ist nicht zu denken.

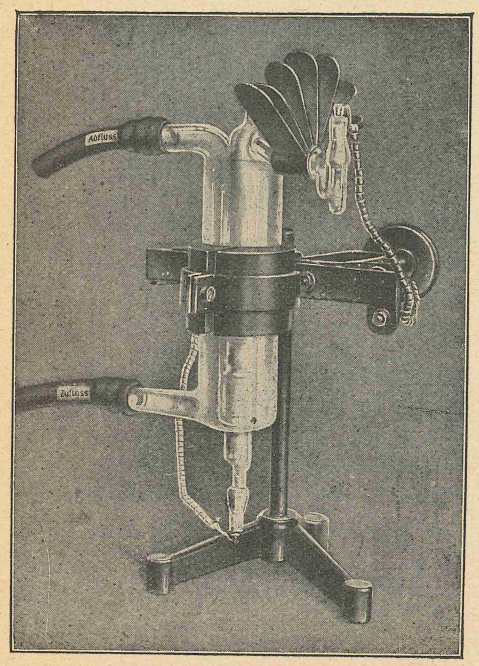

Abb. 5

Mantelrohrbrenner UVM
für Flüssigkeitsbestrahlung.

Über die sonstige Verwendung dieses Brenners sei noch folgendes bemerkt.

Der Brenner findet außer zur Sterilisation, wie schon gesagt, in vielen chemischen Betrieben Anwendung zur Beschleunigung von Reaktionen in Flüssigkeiten evtl. unter Einleitung bestimmter Gase die mit der Flüssigkeit reagieren, z. B. beim Chlorieren von Benzol.

Für alle schnell verlaufenden Reaktionen kommt man, ganz wie bei der Sterilisation von Trinkwasser, mit einmaligem einfachen Durchlauf aus, was natürlich ein höchst einfaches Verfahren ergibt.

Beim Chlorieren von Toluol z. B. ist es jedoch erforderlich, die mit Gas imprägnierte Flüssigkeit wiederholt an dem Lichtbogen vorüber zu führen. Zu diesem Zweck wird dann mittels Steig- und Fallrohr in Verbindung mit einem höher und einem tiefer aufgestellten Behälter ein dauernder Flüssigkeitsumlauf hergestellt durch Temperaturdifferenzen, die sich, von der Strahlung des Lichtbogens herrührend, im aufsteigenden Rohr dem Fallrohr gegenüber bilden.

Bei Bedarf wird der Brenner auch anstatt der Gummiverbindung am Reaktionsrohr mit Schliffansätzen ausgerüstet, in welchen vom Quarzmaterial auf Glasrohrleitung übergegangen werden kann. Handelt es sich um Prozesse, die höhere Temperatur erfordern, so ist hierfür eine Sonderausführung des Brenners — UVM-Spezial benannt — vorgesehen, die durch eine eigenartige Kühlung den Brenner vor jeder Überhitzung bewahrt.

Versuch 16. Auch auf Pflanzen hat man eine vielartige Wirkung des Lichtes beobachtet, teils wachstumfördernd, bei richtig bemessener Strahlendosis, teils wachstumzerstörend bei übertriebener Belichtung. Im Ganzen ist zu sagen, daß bei Pflanzen infolge der erforderlichen langdauernden, wenn auch schwächeren Einwirkung eine künstliche Bestrahlung doch gewöhnlich zu kostspielig wird, zu teuer wenigstens angesichts des damit erreichbaren Fruchtgewinnes, der ja allein das Ziel solcher Bestrahlung sein muß. Versuche in dieser Richtung sind daher bisher nicht über — allerdings oft recht interessante — Laboratoriumsversuche hinaus gelangt.

Über biologische Lichtreaktionen aller Art hat Pinkussen in seiner Schrift „Biologische Lichtwirkungen, ihre phsykalischen und chemischen Grundlagen" 229 Seiten mit 7 Abb. (erhältlich beim Sollux Verlag Hanau), viel lesenswertes zusammengetragen. Man beachte dort besonders die Seiten 232–237.

Abfiltriertes dunkles Ultraviolett.

Sehr interessant und eigenartig sind die Versuche mit reiner Ultravioletstrahlung, welcher alles helle, sichtbare Licht entzogen ist. Bei den bisher beschriebenen Versuchen wurde die natürliche Gesamtstrahlung der Lampe benutzt. Gewisse feinere, dem Ultraviolett eigene Wirkungen können dabei nicht zur Erscheinung gebracht werden, weil das sehr helle sichtbare Licht alles weniger helle, wie z. B. jede Fluoreszenz überstrahlt. Es gibt nun

gewisse Filter, die das sichtbare Licht mehr oder weniger vollkommen absorbieren und nur dunkle Ultraviolettstrahlung durchlassen. Alle diese Filter haben leider den Mangel, daß sie auch den größten Teil des Ultraviolett, namentlich die wirkungsvollsten kürzesten Wellen mit absorbieren, gewöhnlich um so mehr, je mehr man die vollkommene Dunkelheit des Gesichtsfeldes erreicht. Immerhin kann man doch bei praktisch so gut wie vollkommener Verdunkelung des Lichtes das Ultraviolett zwischen 400 und 300 isolieren, dessen Hauptteil von der sehr starken Linie bei 366 – siehe das Spektrum – geliefert wird, die für's Auge schon völlig dunkel ist.

Die Verdunkelungsfilter wurden bisher aus Lösungen verschiedener Salze und Farbstoffe hergestellt. Dazu gehörten Kuvetten aus ultraviolettdurchlässigem Glas, am besten Uviol-Blauglas. Das bekannteste solcher Filter ist das sogenannte Wood'sche, bestehend aus Kupfersulfat und dem tief dunkelorange Farbstoff Nitrosodimethylanilin.

Diese Filter sind mühsam herzustellen, in der Wirkung schwer abzupassen und wie Flüssigkeiten überhaupt unbequem in der Handhabung.

Neueren Versuchen der Quarzlampen-Gesellschaft m. b. H., Hanau ist es nunmehr gelungen, ein eigenartiges Glas herzustellen von tief dunkeler fast schwarzer Farbe das dennoch Ultraviolett, in erheblicher Menge durchläßt. Das alte Wood'sche Filter ist dadurch gänzlich überholt.

Für den praktischen Gebrauch wird dieses Spezialglas nicht vollkommen dunkel verwandt, sondern man nimmt die Glasstärke oder schon die chemische Zusammensetzung des Glases derart, daß noch ein wenig vom letzten ganz dunklen Violett durchscheint. Dieses stört die Beobachtungen schon nicht mehr, wohl aber erreicht man dabei eine erhebliche Verstärkung der Ultravioletintensität, weil, wie bei dem Wood'schen Filter auch, jedes Zuviel an Verdunkelung des Filters die nutzbare Menge an wirklicher Dunkelstrahlung herabsetzt. Im übrigen wäre es ein leichtes durch Verdoppelung der Glasstärke, aufeinanderlegen von zwei Gläsern, eine noch weiter getriebene Dunkelheit zu ereichen.

Die Versuche mit diesem seltsamen Licht erfordern, wenn nur das Glas an sich vorliegt, einen Dunkelraum, oder eine Dunkelkammer, in welche man das Licht des Quarzbrenners durch ein kleines Fensterchen aus genanntem Spezialglas hineinscheinen läßt. Die Gläser haben normal ca. 5 × 13 cm Größe.

Weit einfacher und bequemer arbeitet man mit dem von der Hanauer Quarzlampen-Gesellschaft auf Grund praktischer Versuche durchgebildeten Dunkel-Ultravioletapparat gemäß Abbildung 6. Dieser Apparat, Analysen-Quarzlampe genannt, ist mit dem starken Höhensonnen-Normalbrenner der Quarzlampe ausgerüstet, und daher ebensogut für Wechselstromanschluß lieferbar.

Die ausgezeichnete Stärke dieses Brenners und die richtige Wahl der Durchlässigkeit des Glases macht eine Dunkelkammer für die Versuche entbehrlich. Zur Fernhaltung grellen Außenlichtes genügen die angebrachten kleinen schwarzen Vorhänge.

Der Apparat enthält in seinem kastenförmigen Aufbau den Quarzbrenner, der mittels des vorn erkennbaren Handhebels gezündet wird, während eine hinten angebrachte Tür zum Einsetzen des Brenners, wie zur Beobachtung desselben dient. In die Unterfläche dieses Aufbaues, dicht unter dem Leuchtrohr d. Brenners, ist das Dunkelfenster aus dem genannten Spezialglas eingesetzt, welches also nur Spuren sichtbaren Lichtes durchläßt, fürs Auge so gut wie schwarz erscheint, während es für Ultraviolett stark durchlässig ist.

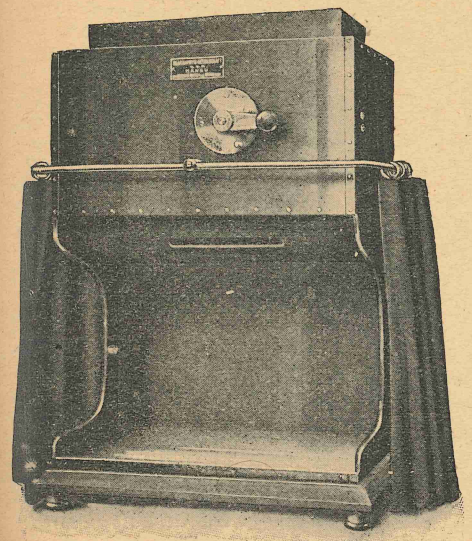

Abb. 6
Analysen-Quarzlampe

Der freie Raum unter diesem Dunkelfenster ist der Beobachtungsraum, der geräumig ausgebildet wurde, um bequemstes Hineinbringen oder Hineinhalten von Proben zu ermöglichen.

Der Apparat wird zum Gebrauch so aufgestellt, daß dieser Beobachtungsraum nicht eben vom hellen Tageslicht getroffen wird. Die kleinen Vorhänge dienen nötigenfalls zu weiterem Lichtschutz. Peinlichste Dunkelheit ist bei den Beobachtungen keineswegs erforderlich, da die Ultraviolett-Intensität des Quarzbrenners reichlich stark genug ist. Selbst bei hellem Sonnenschein sind charakteristische Fluorenszenzfarben deutlich zu sehen, sobald man sich nur einigermaßen vom Tageslicht abwendet.

Man halte für den ersten Versuch einfach die Hand hinein, sofort sieht man die Nägel und Haut in verschiedenen Farben. Papiere verschiedener Herkunft, die im Tageslicht gleichen Ton haben, zeigen im dunklen Ultraviolett meist verschiedene Farben, blau, rot, gelb etc., was z. B. zum raschen Erkennen von Banknoten- etc. Fälschungen wertvoll sein wird. Praktische Verwendungszwecke ähnlicher Art werden sich überall finden, sobald der völlig neue Apparat, der in erster Linie für chemische Prüfungen bestimmt ist, erst weiter verbreitet ist.

Ausländischen Berichten zufolge ist ein Apparat ähnlicher Art, von bisher recht primitiver Zusammenstellung bereits in

liche Absonderungen zeigen stets ihre besondere eigentümliche Fluoreszenz, die natürlich jederzeit, wie alle Fluoreszenzen überhaupt, in anderem hellen Licht z. B. bei Sonnenbelichtung auch vorhanden ist, jedoch nicht anders als in dunklem Ultraviolett wahrgenommen werden kann. Über eine große Zahl ebenso nützlicher wie interessanter gerichtschemischer Verwendungsmöglichkeiten dieser isolierten Strahlung hat ein holländischer Chemiker van Ledden-Hulsebosch im Juli 25 einen begeistert aufgenommenen Vortrag vor einer Gerichtschemiker-Versammlung in Karlsruhe gehalten. Einzelheiten auf Verlangen von der Q. L. G. Hanau.

Versuch 26. Ein weiteres Gebiet, auf dem das dunkle Ultraviolett erfolgreich angewendet wurde, ist das der alten Urkundenforschung, der sog. Palimpsestphotographie, durch welche verdeckte oder wegradierte alte Schriften häufig wieder lesbar gemacht werden s. Abb. 7 und 8.

In früheren Zeiten war das Pergament auch schon so teuer, daß man es bei damals wertlos erachteten Schriften nicht einfach fortwarf sondern es nach – chemischer oder mechanischer – Entfernung der Schrift, zum zweiten, oder gar drittenmal benutzte. Die älteren Schriftzüge, wenn man sie nur wieder hervorrufen könnte, haben für die Geschichtsforschung aber vielfach ein weit höheres Interesse, als der obenliegende sichtbare Text. In vielen Fällen gelingt es auch entweder nach Entfernung der obliegenden Schrift oder schon ohne dies, die Urschrift wieder herzustellen, in dem man sich der Photographie durch Quarzlinsen in Verbindung mit dunklem Ultraviolett bedient. In Abb. 7 und 8 ist eine solche Schrift-Wiederherstellung wiedergegeben. Nach stattgehabter Entfernung der Urschrift bleiben im Pergament immer Reste der alten Tinten oder Farbstoffe zurück und diese zeigen im Ultraviolett eine andersfarbige Fluoreszenz als der Pergamentstoff an sich oder die neueren Tinten, die man überdies entfernen oder durch gewisse photographische Farbenfilter unwirksam für die photographische Platte machen kann. Die Einzelheiten des Verfahrens setzen natürlich gründliche chemische und photographische oder lichtchemische Kenntnisse voraus, die für jeden Einzelfall gut kombiniert werden müssen. Die Abb. 7 zeigt die einfache gewöhnliche Photographie einer Pergamentschrift*), so wie sie das Auge sieht. In Abb. 8 nach kunstgerechter Photographie im Ultraviolett ist die eigentliche obenliegende Schrift ins Weiße verwandelt, mit geringem schwarzem Rand, während die alte Urschrift schwarzgrau zum Vorschein gekommen ist. Gewisse Unvollkommenheiten muß man dabei hinnehmen. Ein hoher Gewinn für die Geschichtsforschung ist mit diesem Verfahren jedoch zweifellos erzielt.

*) Aus Codex Sangallensis 193.

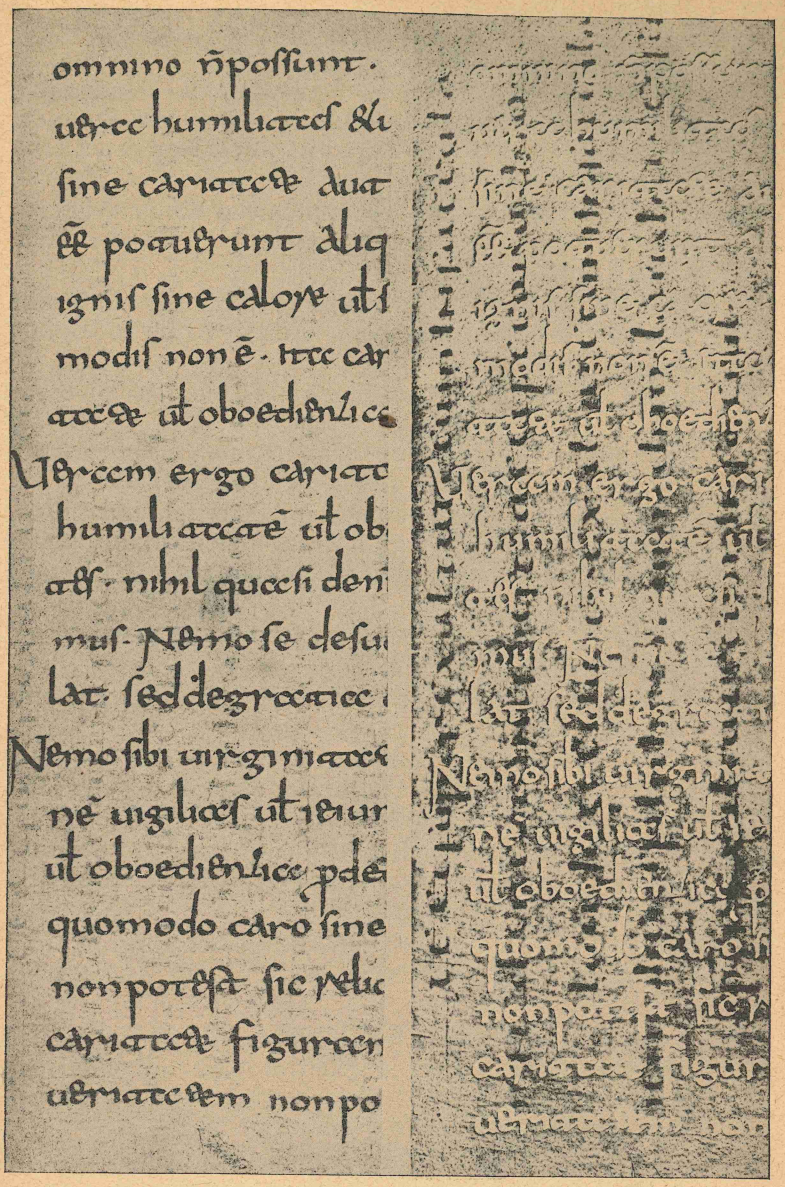

Abb. 7 Abb. 8

Alte Pergamentschrift im Ultraviolett

von Herrn Prof. G. R. Kögel, techn. Hochschule Karlsruhe, freundlichst überlassen (Kögel: „Die Palimpsestphotographie", Die Naturwissenschaften, Heft 43, 1922.)

Literatur.

Fr. Bering und H. Meyer: Methoden zur Messung der Wirksamkeit violetter und ultravioletter Strahlenquellen. Strahlentherapie 1912, Heft 1 und 2 (als Nachdruck erhältlich beim Sollux Verlag Hanau).

Fr. Bering und H. Meyer: Experimentelle Studien über die Wirkung des Lichtes „Strahlentheraphie" Band I, Heft 4, v. 20. 11. 12.

Über die Wirkung violetter und ultravioletter Lichtstrahlen „Medizinisch - naturwissenschaftliches Archiv", Band 1 Heft 1, 1907.

H. Bordier: Sur la lampe a vapeur de Mercure et en Quartz. „Archives d' électricité Médicale" Nr. 237, 10. 5. 1908. Quantitométrie des Rayons ultra-violets unité de Quantité. „Archives d' électricité Médicale" Nr. 285, 10. 5. 1910.

Adolpho Hackradt: Über den Ablauf einer photochemischen Reaktion vom Standpunkt des Massenwirkungsgesetzes und der Wahrscheinlichkeit. „Strahlentherapie" Band 14, Heft 1, 1922.

A. F. Kitching: The use of ultra violet light in analysis. „The Analyst" 1922, Seite 106/07.

Kögel: Die Palimpsestphotographie „Die Naturwissenschaften" Heft 43, 1922.

Lombard: Sur les effets chimiques et biologiques des rayons ultraviolets. „Comptes Rendus des Séances de l' Academie des Sciences Nr. 4, 24. 1. 1910.

Nogier: Mesures spectrographiques de la transparence ultraviolette de diverses substanzes. „Archives d' électricité Médicale" Nr. 291. August 1910.

Pincussen: Die physikalischen und chemischen Grundlagen der Lichtbehandlung. „Deutsche Medizinische Wochenschrift" Nr. 11, März 1921.

Biologische Lichtwirkungen, ihre physikalischen und chemischen Grundlagen. Sonderdruck aus „Ergebnisse der Physiologie" Verlag J. F. Bergmann, München, erhältlich auch bei dem Sollux Verlag Hanau.

Julius Stoklasa: Über die Bedeutung der Einwirkung der ultravioletten Strahlen auf die photochemische Synthese der Kohlehydrate in der chlorophyllhaltigen Zelle. „Strahlentheraphie" Band VI, 1925.

Fritz Weigert: Eine Quecksilberlampe für quantitative photochemische Untersuchungen im Ultraviolett „Zeitschrift für physikalische Chemie" LXXX. Band, 1. Heft.

Anhang.

Die Heilwirkung der ultravioletten Strahlen.

Im Jahre 1905 gelang es Dr. Richard Küch, dem Physiker der Hanauer Quarzlampen-Gesellschaft, nach langen Versuchen ein Verfahren zu finden um Bergkristall (Quarz) zu glasklaren Stücken zu schmelzen und aus diesem die sogenannte Hanauer Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" – Original Hanau – herzustellen. Das Licht dieser Lampe ist überraschend reich an unsichtbaren, ultravioletten Strahlen, in einer Fülle, wie sie durch kein anderes Mittel der Technik auch nur annähernd erreicht wird.

Erst als später die bekannten Schweizer Ärzte Dr. Bernhard und Dr. Rollier, ihre aufsehenerregenden Heilerfolge veröffentlichten, die sie bei chirurgischer Tuberkulose durch Ausnutzung der Hochgebirgssonne erzielten, versuchte man die Höhensonne künstlich zu ersetzen. Man hatte bald erkannt, daß die Heilwirkung der Hochgebirgssonne nicht der Sonnenwärme, d. h. den roten, warmen Strahlen, sondern den unsichtbaren, kalten Ultraviolettstrahlen zuzuschreiben ist, welche, von Staub und Rauch leicht absorbiert, dem Sonnenlicht der Ebene und des Mittelgebirges fast ganz fehlen. Diese Tatsache führte zu der hohen Bedeutung die die Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" in nunmehr 12jähriger Entwicklung erlangt hat. Diese „Künstliche Höhensonne" liefert ohne lästige Hitzeentwicklung mehr heilkräftige kalte, unsichtbare ultraviolette Lichtstrahlen als selbst die natürliche Sonne im Hochgebirge und ihre Anwendung führte zu den besten Erfolgen in der Medizin.

Merkwort für Kranke! Die meisten Leiden sind deshalb so langwierig, weil die natürlichen Abwehrkräfte des Organismus gegen den Krankheitserreger geschwächt sind. Das Tempo des Heilprozesses hängt wesentlich ab von der Stärke oder Schwäche dieser natürlichen Abwehrkräfte des Körpers, und diese wieder von dem Zustande der Haut als der Stätte, in der solche Abwehrkräfte gegen Krankheitserreger in erster Linie erzeugt werden. Durch Verbesserung des Hautzustandes ergibt sich eine Beschleunigung des Heilprozesses und ein Schutz gegen neue Krankheitserreger. Die Heilwirkungen der Quarzlampentherapie beruhen auf dem intensiven spezifischen Hautreiz, der durch Bestrahlungen ausgeübt wird und sich in Rötung der bestrahlten Haut (Erythem), später Bräunung, sichtbar äußert.

Dadurch wird, was für die Folge der Bestrahlungen besonders wichtig ist, der Blutdruck herabgesetzt und zwar

durch bessere Ableitung des Blutes der inneren Organe in die Blutgefäße, die Neubildung roter und weißer Blutkörperchen günstig beeinflußt und der Stoffwechsel angeregt und gesteigert. Da nach dem Energieprinzip alle Strahlen da zur Wirkung kommen, wo sie absorbiert werden, d. h. also in der Haut, ist die Ultravioletwirkung auf die inneren Organe als eine indirekte durch Beeinflussung der mannigfachen Hautfunktionen (Resorptionsfähigkeit, Hautatmung, Schweiß- und Talgsekretion, Regelung der Warmeökonomie des Körpers, Leistungen als Sinnesorgan) aufzufassen, wobei die nach innen gerichtete Schutzfunktion der Haut (Esophylaxie), welche Schutz- und Heilstoffe gegen zahlreiche Krankheitsgifte auch der inneren Organe bildet, nach Prof. Erich Hoffmann, Bonn und Prof. Bruno Bloch, Zürich eine wichtige Rolle spielt.

Die natürliche Folge dieser Wirkung der Ultravioletbestrahlungen ist ausnahmslos eintretende Zunahme des Appetits, Besserung des Schlafes, allgemeine Kräftigung des Körpers, Zunahme des Gewichts, Gefühl von Beruhigung, Frische und Belebung, besseres Aussehen, d. h. also Steigerung aller Lebensfunktionen und Erhöhung der Widerstandskraft gegen Erkrankungen, sowie spezifische Heilwirkung bei bestimmten Krankheiten. Man erreicht also ganz ähnliches wie bei einem Aufenthalt im Gebirge in der Natur-Höhensonne.

Das Gesundbleiben ist für den Menschen in hohem Grade abhängig von dem Zustand seiner Haut. „Zeige mir deine Haut und ich werde dir sagen, ob du gesund bleibst", könnte man das Dichterwort treffend variieren. Gesunde Körperhaut ist prall, glänzend, gut durchblutet rosig, blutdurchschimmert oder sonnengebräunt. Die Haut des Körpers hat aufgehört gesund zu sein, wenn sie blaß ist, welk, unschön weißlich, bleichsüchtig, käsig erscheint. Menschen mit ungesunder Körperhaut sind krankheitsgefährdet, denn ihre natürlichen Abwehrkräfte gegen Krankheitsgifte sind geschwächt; in ihren Körper eindringende Krankheitserreger behalten entweder die Oberhand oder bedingen längere Dauer oder schwereren Verlauf der Krankheit, einerlei welcher Art; es ist bekannt, daß sogar einfache Fingerwunden bei Gesunden (mit gesunder Haut) schneller und schmerzloser heilen, als bei kränklichen Menschen, deren Haut ungesund ist.

Jeder Gesunde hat es in der Hand, die natürlichen Abwehrkräfte seines Organismus durch Pflege und Verbesserung seines Hautzustandes zu kräftigen. Die Natur gab uns ein souveränes Mittel, den Zustand der Haut zu beeinflussen; das Licht. Nicht Kerzenlicht, nicht das Licht beliebiger Lampen, sondern der chemisch und biologisch wirksamste Bestandteil des Sonnenlichtes im Hochgebirge – die für das menschliche Auge

unsichtbaren, ultravioletten Strahlen die den Hauptheilfaktor der Hochgebirgskuren bilden, sind das allein Wirksame. Diese wirksamen Strahlen liefert aber in überreicher Menge die Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" – Original Hanau –. Jeder Gesunde, der sich in Überwachung eines Arztes in Zeiträumen von etwa 1 Woche, anfänglich nur 3 Minuten (nach einigen Bestrahlungen etwas länger – bis zu 10 Minuten) den ultravioletten Heilstrahlen der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" – Original Hanau – aussetzt, wird den günstigen Einfluß auf seine Haut und damit auf sein Allgemeinbefinden sehr bald wahrnehmen; die Abwehrkräfte seines Körpers werden gestärkt, seine Widerstandsfähigkeit wird erhöht.

Die Wirkung der Höhensonnen-Bestrahlungen ist eigenartig: Während der Bestrahlung ist zunächst garnichts zu verspüren. Erst etwa 5–6 Stunden nach der Bestrahlung durchströmt den Körper ein angenehmes Gefühl der Wärme, dadurch hervorgerufen, daß das Blut lebhaft zur Haut hinströmt, sie gut durchblutet. Die Haut erscheint dann lebhaft gerötet (Erythem). Die gute Durchblutung der Haut erzeugt neben einer gesunden Bräunung der Hautfarbe ein überaus wohltuendes angenehmes Gefühl der Kräftigung und der Frische, nicht nur körperlich, sondern auch seelisch. Der Bestrahlte fühlt sich auch geistig lebhafter, gut gelaunt, fröhlich gestimmt. Prof. Dr. Hagemann von der chirurgischen Universitätsklinik Würzburg berichtet über diese wohltuende Wirkung nach Bestrahlungen schwerkranker Kinder zur Heilung von Knochentuberkulose:

„Die Patienten werden überhaupt viel lebhafter und freundlicher: die Kinder singen Lieder, wenn sie unter der Lampe sitzen, kurz, man merkt, sie fühlen sich wohl. Es bessert sich auch das ganze Aussehen der Patienten: das Gesicht nimmt einen ganz anderen, frischeren Ausdruck an, der Turgor (Schwellkraft) der Gewebe kehrt wieder, die sonst so schlaffe Muskulatur wird fest. Das erste bemerkenswerte Symptom einer Besserung, das mit Regelmäßigkeit auftritt, ist der wesentlich gesteigerte Appetit. Daneben macht sich eine günstige Einwirkung auf den Schlaf bemerkbar. Nach der Bestrahlung tritt Nachts, mitunter auch Tags über ein erquickender Schlaf ein". „Es zeigt sich, daß die Bestrahlung keine spezifische Wirkung hat, sondern im allgemeinen roborierend (kräftigend) wirkt, dies allerdings in einem so außerordentlichen Maße, daß sie darin alle bisherigen Methoden übertrifft" Jeder Gesunde, der sich durch Überarbeit abgespannt oder matt fühlt, oder derjenige der sich für eine gelegentliche erhöhte Leistung besonders geeignet machen möchte, sollte unbedingt einen Versuch mit Quarzlampenbestrahlung machen.

Literatur (Sollux Verlag Hanau) s. Seite 46 und 47.

Herzleiden entstehen durch zu hohen Blutdruck und Überanstrengung des Herzens. Als vorzügliches Heilmittel hat sich die Einwirkung der ultravioletten Strahlen erwiesen, die den Blutdruck in hervorragender Weise herabsetzen. Hofrat Dr. Schäcker, Badearzt in Bad Nauheim schreibt in seiner Mitteilung in der „Strahlentherapie" Band XII 1921: „Es kann deshalb nicht wundernehmen, daß die Erfolge der Bestrahlungen mit der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" bei Herz- und Gefäßerkrankungen ganz auffallende sind. Aber an keinem Patienten wurde nach früheren Kuren das erreicht, was durch die Kombination der Bäder mit Quarzlampenlichtbestrahlungen tatsächlich diesmal erreicht wurde. Unregelmäßigkeiten oder Aussetzen des Herzschlages, sowie das ganze Heer nervöser Erscheinungen schwanden sehr rasch, der Puls wurde reicher, regelmäßiger, weniger frequent. Der Blutdruck wurde wesentlich herabgesetzt und auf günstigster Höhe erhalten". Sämtliche Herzkranke lebten auf, sahen frischer aus, waren leistungsfähiger, besonders die nervösen Symptome traten in Hintergrund; ein gesunder Schlaf, den sie sonst nicht kannten, trat ein; die Diurese (Harnabsonderung) wurde reichlicher; etwa vorhandenes Durstgefühl veschwand vollkommen. Dies alles vermag einem Herz- und Gefäßkranken die besten Aussichten für eine längere Lebensdauer und relatives Wohlergehen zu eröffnen.

Literatur (Sollux Verlag Hanau) s. Seite 46 und 47.

Alterserscheinungen. Der Haarausfall und das Ergrauen ist überaus oft eine Teilerscheinung des frühzeitigen Alterns. Von Dr. Lorand wird in seinem Werk „Haarausfall, Glatze und Haarergrauen, ihre Behandlung und Heilung" der Nachweis erbracht, daß das wirksamste Heilmittel zur Beförderung des Haarwuchstums sowie zur Bekämpfung des Ergrauens, die Ultravioletbestrahlung mit der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne", gleichzeitig auch im Stande ist die Erscheinungen des Alterns in günstiger Weise zu beeinflussen. Noch vor Kurzem haben selbst die größten Autoritäten auf dem Gebiete der Erkrankungen der Haut und der Haare sich über die Möglichkeit, den Haarausfall zu heilen, äußerst skeptisch ausgedrückt; Professor Lesser sprach sich in einem Lehrbuch der Hautkrankheiten in folgender rigoroser Weise aus:

„Die bisherigen Methoden zur Behandlung des Haarausfalles sind ebenso zahlreich wie unwirksam; nach unseren Erfahrungen gibt es kein Mittel, den Haarausfall zum Stillstand zu bringen, und ebensowenig, den neuen Nachwuchs zu beschleunigen".

Es erregte deshalb Aufsehen, als Dr. Nagelschmidt, Berlin in seiner Monographie „Lichtbehandlung des Haarausfalles" eine neue Behandlungsmethode angeben

konnte, die Behandlung mit den ultravioletten Strahlen der Quarzlampe der er auf Grund seiner Erfahrungen an vielen Hunderten von Patienten „einen direkten, in vielen Fällen eklatanten Erfolg zur Behandlung der Haarerkrankungen allgemein und der Alopecia (Haarausfall) im Besonderen zuspricht". Die zuerst von Dr. Nagelschmidt festgestellten Erfahrungen wurden von Dr. Lorand und vielen anderen Ärzten inzwischen in medizinischen Veröffentlichungen bestätigt.

Wir haben in der Anwendung des ultravioletten Lichtes mittels der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" ein therapeutisches Agens zur Verfügung, welches in weitaus der Mehrzahl der Fälle deutlich und relativ schnell wirksam, zur Zeit das wirksamste Mittel zur Behandlung des Haarausfalls in seinen verschiedenen Formen auch mancher anderer Hautkrankheiten ist.

Auf Grund zahlreicher Berichte von Ärzten ist es zweifellos, daß die Papillen, solange sie überhaupt erhalten sind, aber aus angegebenen Gründen keine Haare oder ungenügend Haare produzieren, durch Ultraviolett-Bestrahlung in ihrer Ernährung gebessert und gekräftigt werden. Die Aussicht auf Heilung ist um so günstiger, je früher mit der Bestrahlung begonnen wird, da man dann mit größter Sicherheit auf die Erhaltung der Produktionsfähigkeit der Papillen rechnen kann. Glücklicherweise ist dies auch bei konstitutionellem Haarausfall der Fall, wenn die Bestrahlung frühzeitig genug angewandt wird. Es erhebt sich die neue Forderung, die Kopfhaut in regelmäßigen Abständen alle 4 Wochen, durch eine Quarzlampen-Bestrahlung zu kräftigen und den Haarausfall somit vorbeugend zu behandeln.

Literatur (Sollux Verlag Hanau) s. Seite 46 und 47.

Wundbehandlung. Französische Ärzte haben scheinbar erst jetzt den Wert der Wundbehandlung mit ultravioletten Strahlen erkannt. In der Akademie des Sciences trug Anfangs 1923 Prof. Widal den Bericht des Dr. Ménard und seiner Assistenten vor. Auf Grund der Erfahrungen an einem großen Material fand der Autor, daß keine Methode in so verblüffend kurzer Zeit Wunden zur Vernarbung bringt, wie die Ultraviolettbestrahlung. Er empfiehlt die Anwendung der Ultraviolettstrahlen nicht nur bei verunreinigten Wunden, sondern auch bei glatten Operationswunden. Schon im Kriege haben Tausende deutscher Ärzte die Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" zum Segen zahlloser Verwundeter benutzt und ihre Erfahrungen schon vor Jahren veröffentlicht. Immer wieder wurden die Erfolge gleichartig beschrieben.

Patienten, die infolge Blutverlustes oder durch lange Eiterungen heruntergekommen waren, erholen sich schnell. Appetit und Schlaf stellen

sich wieder ein, das Allgemeinbefinden wird gehoben. Die Wundflächen trocknen rasch aus und überhäuten sich, eiternde Wundflächen reinigen sich. Der Heilungsverlauf ist überaus günstig, Schmerzen lassen bald nach. Alle diese Erfahrungen berechtigen zu dem Wunsche und der Aufforderung, die ultravioletten Strahlen in viel größerem Umfange als bisher zur Behandlung von Wunden anzuwenden. Jede Operation, jeder Verbandswechsel sollte mit einer Bestrahlung mit der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" abgeschlossen werden.

Skrofulose und Rachitis machen wohlgebildete Kinder zu Krüppeln und schädigen auch ihre geistigen Fähigkeiten aufs Schwerste. Sie sind nicht nur „Armeleutskrankheiten", sondern finden ihre Opfer in allen Kreisen. Die Grundursache kennt man noch nicht. Das Rachitis-Merkblatt, das vom Sollux Verlag kostenlos versandt wird, gibt ausführliche Auskunft. — Die Schweizer Ärzte Dr. Bernhard in St. Moritz und Dr. Rollier in Leysin, erzielten durch die Behandlung mit den ultravioletten Strahlen der Hochgebirgssonne aufsehenerregende Heilungen. Noch weit mehr ultraviolette Strahlen enthält die Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" — Original Hanau — die nach Prof. Dr. König, Vorsteher der chirurgischen Universitätsklinik in Marburg in einem so außerordentlichen Maße kräftig wirkt, daß sie alle bisherigen Methoden übertrifft. Rachitis (engliche Krankheit) ist in jedem Stadium durch Ultraviolettbestrahlung mit Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" — Original Hanau — mit Sicherheit heilbar, ebenso auch Tetanie (Säuglingskrämpfe, auch Gichter oder Fraisen genannt). Da auch die Entstehung der Rachitis durch vorbeugende Bestrahlung sicher verhindert werden kann, so ist es Elternpflicht, jeden Säugling in seinem ersten Lebensjahr vorbeugend bestrahlen zu lassen.

Die ultravioletten Strahlen sind in ganz besonderem Maße befähigt, auch tuberkulöse und skrofulöse Erkrankungen zu bessern, ja auszuheilen. Verlangen sie das „Rachitis-Merkblatt" und „Skrofulose-Merkblatt für Mütter und Pflegerinnen". In der Behandlung der Skrofulose wird der Schwerpunkt leider nicht selten auf die Bekämpfung der äußeren Krankheitserscheinungen gelegt. Wegen der skrofulösen Schwerhörigkeit wird der Ohrenarzt, wegen den entzündeten Augen der Augenarzt, wegen des Hautausschlages der Hautarzt zu Rate gezogen, während doch einzig angezeigt ist, die Auffrischung und Gesundung der kranken Körpersäfte zu erstreben. Das wirksamste blutverbessernde Mittel aber ist wiederum die Sonne, sowohl in Form natürlicher wie künstlicher Lichtbäder. Die Erfahrung hat hinlänglich gelehrt, daß Theorie und Praxis hier in bestem Einklang stehen.

„Die Jugend skrofulöser Kinder muß in die Sonne gestellt werden, wo die Kinder aufblühen wie welke Blumen. Auch die künstliche (Hanauer Quarz-) Sonne ist von prächtiger Wirkung." (Thedering).

Die Erholung der Großstadtkinder. Die heutige Zeit erschwert es mehr als je, dem Kinde der Großstadt die alljährlich notwendige Ausspannung durch Aufenthalt auf dem Lande, im Gebirge oder an der See angedeihen zu lassen; oder die Badereise muß so gekürzt werden, daß bald die durch die See oder Waldluft gebräunten Wangen wieder der Großstadtfarbe Platz machen. Die Bleichsucht, dieses typische Leiden der Großstadt, ist keine einheitliche Erkrankung; sie ist ein Zeichen oder ein Folgezustand anderer Erkrankungen oder ungünstiger Lebenshaltung. Überanstrengung, schlechte Ernährung, mangelhafter Stoffwechsel, dann besonders die Erkrankung der Drüsen wirken schädigend auf die Blutzusammensetzung. Hier kommt noch besonders die weitverbreitetste Skrofulose, die nicht selten ein Vorstadium der Tuberkulose ist, in Betracht. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes solcher Kinder ergibt eine Herabsetzung des Blutfarbstoffes, eine Verminderung der roten Blutkörperchen bei gleichzeitiger Vermehrung und Veränderung der weißen Blutkörperchen. Die kleinen Patienten sind blaß, matt, ermüden leicht und sind unfähig zur Arbeit.

Für alle diese Zustände eignet sich ganz besonders die Behandlung mit den ultravioletten Strahlen der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" – Original Hanau –.

Literatur (Sollux Verlag Hanau) s. Seite 46 und 47.

Stoffwechselkrankheiten als deren Hauptursachen Störungen des Stoffwechsels gelten, sind: Rheumatismus, Gicht, krankhafte Fettleibigkeit, Zuckerkrankheit, Blutarmut, Beichsucht und anderes mehr. Je reger der Stoffwechsel ist, desto größer die Lebensenergie, desto geringer die Anfälligkeit für Krankheiten, desto schneller in allen Fällen die Heilung. Träger oder gestörter Stoffwechsel verursacht eine Vergiftung des Blutes durch nicht ausgeschiedene Abfallstoffe (Autotoxine – Selbstgifte) leistet allen Infektionskrankheiten Vorschub, verzögert die Heilung von Krankheiten und Verwundungen, verursacht die Ansammlung ungenügend verarbeiteter Nährstoffe oder nicht ausgeschiedener Abfallstoffe in den Geweben (Fett bei krankhafter Korpulenz, Harnsäure bei Gicht und Rheuma usw). Diese giftigen Abfallstoffe oder Autotoxine aber wirken vor allem giftig auf Blut, Nerven, drüsige Organe, deren Tätigkeit sie lähmen. Beschleunigung des Stoffwechsels ist das sicherste Mittel, gesund zu bleiben und gesund zu werden. Die Hochgebirgssonne regt den Stoffwechsel kräftig an, oder richtiger, die in ihr enthaltenen ultravioletten Strahlen tun es. Noch stärker aber

wirkt die Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" – Original Hanau –, die noch weit mehr ultraviolette Strahlen enthält.

Neurasthenie ist Nervenerschöpfung, Nervosität. Das einzige Gegenmittel heißt „Kräftigung". Man kräftigt die Nerven nicht durch Reizmittel, ebensowenig man ein erschöpftes Pferd durch die Peitsche kräftigt, sondern nur durch die Hebung des Allgemeinbefindens. Um den Organismus und damit auch die Nerven zu kräftigen, muß vor allem der Stoffwechsel gehoben werden. Das mächtigste Anregungsmittel, das wir bisher kennen, sind die ultravioletten Strahlen der Höhensonne, die eine verstärkte Aufnahme von Sauerstoff ins Blut und damit eine intensivere Umsetzung von Nährstoffen in Kraft und Wärme bewirken.

Noch mehr ultraviolette Strahlen als das Sonnenlicht des Hochgebirges enthält die Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" – Original Hanau –.

Die Wirkung ist überraschend. Übrigens nicht nur bei Neurasthenie, sondern überhaupt bei Entkräftigung oder Erschöpfungskrankheiten und besonders auch bei Rekonvaleszenten. Etwa 5–6 Stunden nach der Bestrahlung macht sich ein angenehmes Gefühl der Frische und der Kräftigung bemerkbar, nicht nur körperlich sondern auch seelisch. Der Bestrahlte fühlt sich auch geistig lebhafter, gut gelaunt, fröhlich gestimmt. Appetit, Schlaf und Aussehen werden sofort gebessert.

Professor Jesionek von der Universität in Gießen, der besondere Bestrahlungsräume mit besonderen von ihm angegebenen größeren Quarzlampen empfahl, die den ganzen Raum mit Ultravioettlicht durchfluten, schreibt darüber:

„Überarbeitete und geistig abgespannte fühlen sich nach wenigen Bestrahlungen allgemein außerordentlich gekräftigt. Das Allgemeinbefinden, das ganze Aussehen des Patienten, das Gesicht nimmt einen ganz anderen, frischeren Ausdruck an, das gedrückte verdüsterte Gemüt erhellt sich, der Appetit wird auf das Günstigte beeinflußt".

„Die Bestrahlungen wirken beruhigend und die behandelten Personen erfreuen sich wieder – ohne alle narkotischen Mittel – eines gesunden Schlafes".

Jeder neue Versuch verschafft der Ultraviolett-Therapie mit der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" – Original Hanau – neue begeisterte Anhänger.

Literatur

über die Heilwirkung der ultravioletten Strahlen.

„Licht heilt, Licht schützt vor Krankheit" von San.-Rat Dr. Breiger, Berlin. 30 Seiten oktav, geh. G.-M. 0.20.

„Ultraviolettstrahlungen als neue Grundlage der Therapie von Herz- und Gefäßkrankheiten" von Hofrat Dr. med. Schäcker, Arzt in Bad Nauheim. „Stärke dein Herz" von San.-Rat Dr. Breiger, Berlin. Eine Abhandlung über die moderne Herzbehandlung und die erfolgreiche Anwendung der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" bei Herzleiden. Beide Schriften zusammengefaßt in einer Broschüre, 20 Seiten Sedez, geh. G.-M. 0.20.

Neue Beobachtungen über die Wirkung der ultravioletten Strahlen bei inneren und Nervenkrankheiten, Haarausfall, Glatze und Haarergrauen" von Dr. Lorand, Badearzt in Karlsbad, 200 Seiten brosch. G.-M. 3.–, geb. G.-M. 5.–. Das Studium dieses Buches kann nicht genug empfohlen werden. Ein Arzt und ernster Mann der Wissenschaft zeigt hier die Mittel und Wege, die mit Sicherheit zur Heilung des Haarausfalles führen und eine nicht zu lange bestehende Glatze verschwinden lassen. In einer Reihe von Kapiteln wird auch auf die Heilwirkungen der natürlichen und künstlichen Sonnenstrahlen, des Quarzlichtes, bei Alterserscheinungen eingegangen.

„Die Lichtbehandlung des Haarausfalles" von Dr. Franz Nagelschmidt, Berlin, 3. Auflage, 70 Seiten großoktav, mit 80 Originalbildern, kart. G.-M. 3.80.

„Verjüngungskunst von Zarathustra bis Steinach" von Dr. A. von Borsini, St. Moritz. 71 Seiten oktav, kart. G.-M. 1.60.

„Ist die Glatze heilbar?" Ein Lichtblick für alle, die an Glatzebildung leiden von Sanitätsrat Dr. Breiger, Berlin, 32 Seiten Sedez, geh. G.-M. 0.30. Breiger schilderte in dieser kleinen, populären Schrift die Entstehung der Glatze. Eine Kur gegen den Haarausfall kann nur von Erfolg sein, wenn die Haarpapille noch funktionsfähig und genügende Blutzufuhr vorhanden ist. Bestrahlungen mit Quarzlampe hält er für das wirksamste Mittel zur Heilung.

„Die Wundbehandlung mit der Quarzlampe" „Künstliche Höhensonne" von Dr. Bach. 25 Seiten großoktav, geh. G.-M. 0.50. Geh. San.-Rat Dr. Hugo Bach schreibt: „Insonderheit eröffnet die Wundbehandlung mit der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" neue Ausblicke. Die Wunden werden durch die Quarzlichtbestrahlung nicht nur überraschend schnell

gereinigt und keimfrei gemacht, sondern durch ihre Heilung wird auch beschleunigt durch Anregung des Heilungsvorganges im Organismus und des Stoffwechsels besonders bei Erschöpfungsständen".

„Skrofulose Jugend" von Dr. med. F. Thedering, Oldenburg. 24 Seiten oktav, kart. G.-M. 1.–.

„Allgemeine und lokale Bestrahlung mit ultravioletten Licht bei skrofulösen und tuberkulösen Augenleiden" von Dr. Arnold Passow, Assistent der Universitäts-Augenklinik in München (Vorstand Dr. von Heß) 23 Seiten oktav, geh. G.-M. 0.30.

„Die Ultraviolett-Therapie der Rachitis" aus dem Oskar Helene-Heim in Berlin-Zehlendorf von Ass.-Arzt Dr. K. Huldschinsky. 16 Seiten oktav, geh. G.-M. 0.20. Auch in französischer, holländischer, englischer, spanischer und dänischer Sprache erhältlich.

„Die Rachitis und ihre Therapie im Lichte neuerer Forschungen". 26 Seiten oktav mit 10 Abbildungen, Preis geh. G.-M. –.30, U. S. A. Dollar –.08.

„Lichttherapie und Lungentuberkulose" von Dr. med. Hans L. Heusner-Gießen. 2. Auflage, 54 Seiten, großoktav, kart. G.-M. 0.50.

„Wie heilt Tuberkulose" von San.-Rat Dr. Breiger Berlin. 2. Auflage, 27 Seiten oktav, geh. G.-M. 0.20.

„Rachitis-Merkblatt" und „Skrofulose-Merkblatt für Mütter und Pflegerinnen" kostenlos.

„Gebt den Kindern Sonne". Ein Mahnwort an Mütter von Oberarzt Dr. Klare mit einem Geleitwort von Oberarzt Dr. Helm, Generalsekretär des Deutschen Zentral-Komitees zur Bekämpfung der Tuberkulose. 3. Auflage, 20 Seiten Sedez mit zahlreichen Abbildungen, geh. G.-M. 0.30.

„Sonne als Heilmittel". Gemeinverständliche Abhandlung von Dr. med. F. Thedering, Oldenburg, Spezialarzt für Hautkrankheiten und Strahlenbehandlung. 56 Seiten oktav, viele Abbildungen, geh. G.-M. 1.–.

„Künstliche Höhensonne und Kinderheilkunde" von Dr. Paul Michaelis, leitendem Arzt des Ambulatoriums der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron in Bitterfeld, Dr. Weltring, Universitäts-Kinderklinik Würzburg, Dr. F. Rohr, Facharzt für Kinderkrankheiten, Wilhelmshöhe-Cassel, 27 Seiten oktav, geh. G.-M. 0.40.

Literatur

über die Heilwirkung der ultravioletten Strahlen.

„Licht heilt, Licht schützt vor Krankheit" von San.-Rat Dr. Breiger, Berlin. 30 Seiten oktav, geh. G.-M. 0.20.

„Ultraviolettstrahlungen als neue Grundlage der Therapie von Herz- und Gefäßkrankheiten" von Hofrat Dr. med. Schäcker, Arzt in Bad Nauheim. „Stärke dein Herz" von San.-Rat Dr. Breiger, Berlin. Eine Abhandlung über die moderne Herzbehandlung und die erfolgreiche Anwendung der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" bei Herzleiden. Beide Schriften zusammengefaßt in einer Broschüre, 20 Seiten Sedez, geh. G.-M. 0.20.

Neue Beobachtungen über die Wirkung der ultravioletten Strahlen bei inneren und Nervenkrankheiten, Haarausfall, Glatze und Haarergrauen" von Dr. Lorand, Badearzt in Karlsbad, 200 Seiten brosch. G.-M. 3.–, geb. G.-M. 5.–. Das Studium dieses Buches kann nicht genug empfohlen werden. Ein Arzt und ernster Mann der Wissenschaft zeigt hier die Mittel und Wege, die mit Sicherheit zur Heilung des Haarausfalles führen und eine nicht zu lange bestehende Glatze verschwinden lassen. In einer Reihe von Kapiteln wird auch auf die Heilwirkungen der natürlichen und künstlichen Sonnenstrahlen, des Quarzlichtes, bei Alterserscheinungen eingegangen.

„Die Lichtbehandlung des Haarausfalles" von Dr. Franz Nagelschmidt, Berlin, 3. Auflage, 70 Seiten großoktav, mit 80 Originalbildern, kart. G.-M. 3.80.

„Verjüngungskunst von Zarathustra bis Steinach" von Dr. A. von Borsini, St. Moritz. 71 Seiten oktav, kart. G.-M. 1.60.

„Ist die Glatze heilbar?" Ein Lichtblick für alle, die an Glatzebildung leiden von Sanitätsrat Dr. Breiger, Berlin, 32 Seiten Sedez, geh. G.-M. 0.30. Breiger schilderte in dieser kleinen, populären Schrift die Entstehung der Glatze. Eine Kur gegen den Haarausfall kann nur von Erfolg sein, wenn die Haarpapille noch funktionsfähig und genügende Blutzufuhr vorhanden ist. Bestrahlungen mit Quarzlampe hält er für das wirksamste Mittel zur Heilung.

„Die Wundbehandlung mit der Quarzlampe" „Künstliche Höhensonne" von Dr. Bach. 25 Seiten großoktav, geh. G.-M. 0.50. Geh. San.-Rat Dr. Hugo Bach schreibt: „Insonderheit eröffnet die Wundbehandlung mit der Quarzlampe „Künstliche Höhensonne" neue Ausblicke. Die Wunden werden durch die Quarzlichtbestrahlung nicht nur überraschend schnell

gereinigt und keimfrei gemacht, sondern durch ihre Heilung wird auch beschleunigt durch Anregung des Heilungsvorganges im Organismus und des Stoffwechsels besonders bei Erschöpfungsständen".

„Skrofulose Jugend" von Dr. med. F. Thedering, Oldenburg. 24 Seiten oktav, kart. G.-M. 1.–.

„Allgemeine und lokale Bestrahlung mit ultravioletten Licht bei skrofulösen und tuberkulösen Augenleiden" von Dr. Arnold Passow, Assistent der Universitäts-Augenklinik in München (Vorstand Dr. von Heß) 23 Seiten oktav, geh. G.-M. 0.30.

„Die Ultraviolett-Therapie der Rachitis" aus dem Oskar Helene-Heim in Berlin-Zehlendorf von Ass.-Arzt Dr. K. Huldschinsky. 16 Seiten oktav, geh. G.-M. 0.20. Auch in französischer, holländischer, englischer, spanischer und dänischer Sprache erhältlich.

„Die Rachitis und ihre Therapie im Lichte neuerer Forschungen". 26 Seiten oktav mit 10 Abbildungen, Preis geh. G.-M. –.30, U. S. A. Dollar –.08.

„Lichttherapie und Lungentuberkulose" von Dr. med. Hans L. Heusner-Gießen. 2. Auflage, 54 Seiten, großoktav, kart. G.-M. 0.50.

„Wie heilt Tuberkulose" von San.-Rat Dr. Breiger Berlin. 2. Auflage, 27 Seiten oktav, geh. G.-M. 0.20.

„Rachitis-Merkblatt" und „Skrofulose-Merkblatt für Mütter und Pflegerinnen" kostenlos.

„Gebt den Kindern Sonne". Ein Mahnwort an Mütter von Oberarzt Dr. Klare mit einem Geleitwort von Oberarzt Dr. Helm, Generalsekretär des Deutschen Zentral-Komitees zur Bekämpfung der Tuberkulose. 3. Auflage, 20 Seiten Sedez mit zahlreichen Abbildungen, geh. G.-M. 0.30.

„Sonne als Heilmittel". Gemeinverständliche Abhandlung von Dr. med. F. Thedering, Oldenburg, Spezialarzt für Hautkrankheiten und Strahlenbehandlung. 56 Seiten oktav, viele Abbildungen, geh. G.-M. 1.–.

„Künstliche Höhensonne und Kinderheilkunde" von Dr. Paul Michaelis, leitendem Arzt des Ambulatoriums der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron in Bitterfeld, Dr. Weltring, Universitäts-Kinderklinik Würzburg, Dr. F. Rohr, Facharzt für Kinderkrankheiten, Wilhelmshöhe-Cassel, 27 Seiten oktav, geh. G.-M. 0.40.

OTB29-22

P6 RDB

Waisenhaus-Buchdruckerei Hanau am Main.